

# Ville d'Annonay

09CLE023

Mai 2011



## Schéma directeur d'Assainissement

Modélisation numérique : Construction  
et calage du modèle

  
**SAFEGE**  
*Ingénieurs Conseils*

SIÈGE SOCIAL  
PARC DE L'ÎLE - 15/27 RUE DU PORT  
92022 NANTERRE CEDEX  
Agence de Lyon Études : 26 rue de la gare 69009 LYON

## TABLE DES MATIÈRES

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 Préambule.....</b>                                     | <b>2</b>  |
| <b>2 Modèle numérique du réseau.....</b>                    | <b>3</b>  |
| 2.1 Éléments hydrauliques .....                             | 3         |
| 2.1.1 Principe de modélisation retenu .....                 | 3         |
| 2.1.2 Taille du modèle .....                                | 4         |
| 2.1.3 Les nœuds .....                                       | 4         |
| 2.1.4 Précisions sur la topographie saisie.....             | 4         |
| 2.1.5 Les canalisations.....                                | 5         |
| 2.1.6 Les déversoirs d'orage.....                           | 5         |
| 2.1.7 Les postes de relèvement.....                         | 9         |
| 2.1.8 Débits de temps sec .....                             | 9         |
| 2.2 Éléments hydrologiques .....                            | 11        |
| 2.2.1 Méthode utilisée .....                                | 11        |
| 2.2.2 Bassins versants élémentaires.....                    | 11        |
| 2.2.2.1 Découpage.....                                      | 11        |
| 2.2.2.2 La longueur hydraulique.....                        | 12        |
| 2.2.2.3 La pente .....                                      | 12        |
| 2.2.2.4 Le coefficient d'imperméabilisation.....            | 13        |
| 2.2.3 Le modèle numérique d'Annonay .....                   | 13        |
| <b>3 Calage du modèle .....</b>                             | <b>16</b> |
| 3.1 Pluies de calage .....                                  | 16        |
| 3.2 Évaluation du calage .....                              | 19        |
| 3.2.1 Les trois paramètres d'évaluation.....                | 19        |
| 3.2.2 Critères d'appréciation des paramètres de calage..... | 20        |
| 3.3 Résultats de calage .....                               | 20        |
| 3.3.1 Calage par temps sec .....                            | 20        |
| 3.3.2 Calage par temps de pluie.....                        | 22        |
| 3.3.3 Points de mesures difficiles à exploiter .....        | 25        |

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

|               |   |    |
|---------------|---|----|
| Figure 2-1 :  | Les trois structures particulières majeures des déversoirs d'orage .        | 8  |
| Figure 2-2 :  | Courbes de variation horaire du temps sec injectées dans MikeUrban          | 10 |
| Figure 2-3 :  | Carte des bassins versants modélisés .....                                  | 15 |
| Figure 3-1 :  | Pluie de calage 1 .....   | 17 |
| Figure 3-2 :  | Pluie de calage 2 .....   | 17 |
| Figure 3-3 :  | Pluie de calage 3 .....   | 18 |
| Figure 3-4 :  | Calage débit de temps sec- Allure des courbes obtenues .....                | 21 |
| Tableau 2-1 : | Caractéristiques des déversoirs d'orage modélisés sur Annonay....           | 6  |
| Tableau 2-2 : | Liste postes de relevage.....   | 9  |
| Tableau 2-3 : | Gammes de coefficients d'imperméabilisation selon l'occupation du sol       | 13 |
| Tableau 2-4 : | Liste des bassins versants de ruissellement – Caractéristiques avant calage | 14 |
| Tableau 3-1 : | Critères de calage .....  | 19 |
| Tableau 3-2 : | Critères d'appréciation des paramètres de calage .....                      | 20 |
| Tableau 3-3 : | Résultats de calage .....   | 23 |
| Tableau 3-4 : | Suivi des déversoirs d'orage instrumentés .....                             | 24 |



## QUELQUES DEFINITIONS ET ABREVIATIONS

|  |  |                                    |
|--|--|------------------------------------|
| AVP : Avant-projet                                 | NTK : Azote Kjeldhal   | PDU : Plan de Déplacements Urbains |
| BV : Bassin Versant                                | PLH : Programme Local de l'Habitat   |                                    |
| DBO5 : Demande Biologique en Oxygène après 5 jours | PLU : Plan Local d'Urbanisme   |                                    |
| DCO : Demande Chimique en Oxygène                  | POS : Plan d'Occupation des Sols   |                                    |
| DO : Déversoir d'Orage                             | PR : Poste de Relèvement des Eaux Usées  |                                    |
| ECPP : Eaux Claires Parasites Permanentes          | QMNA : débit mensuel d'étiage atteint par un cours d'eau pour une année donnée |                                    |
| EH : Équivalent-Habitant                           | QMNA5 : QMNA ayant la probabilité 1/5 de ne pas être dépassé une année donnée  |                                    |
| EP : Eaux Pluviales                                | SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux                             |                                    |
| EU : Eaux Usées                                    | SDA : schéma directeur d'assainissement  |                                    |
| GFI : Groupement Faunistique Indicateur            | SEQ-Eau : Système d'Évaluation de la Qualité des cours d'eau                   |                                    |
| IBGN : Indice Biologique Général Normalisé         | STEP : Station d'Épuration   |                                    |
| IBD : Indice Biologique Diatomées                  | UN : Unitaire  |                                    |
| Module : débit moyen inter annuel                  |  |                                    |
| NGF : Nivellement Général de la France             |  |                                    |
| NH4+ : Azote Ammoniacal                            |  |                                    |

|   |
|---|
| CAPV : Communauté d'Agglomération du pays Viennois  |
| CEMAGREF : Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement (ex Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts) |
| CNR : Compagnie Nationale du Rhône  |
| EPCI : Établissement Public de Coopération Intercommunale   |

## Préambule

La ville d'Annonay réalise une étude de son réseau d'assainissement afin d'en saisir son fonctionnement global actuel et d'estimer les aménagements éventuels à prévoir.

Le réseau d'assainissement d'Annonay collecte également des eaux usées et pluviales sur les six communes environnantes : Roiffieux, Davézieux, Boulieu-les-Annonay, Savas, Saint-clair et Saint-Marcel-les-Annonay. Les eaux collectées sont ensuite transférées en leur unique exutoire, la station d'épuration ACANTIA.

Le bassin de collecte est susceptible d'évoluer dans les années à venir compte tenu des nouveaux habitants ou des activités à accueillir sur le territoire, des sollicitations extérieures de collectivités souhaitant se raccorder et de l'évolution de la réglementation.

Le présent rapport expose les démarches de construction et de calage pour la modélisation du réseau d'assainissement de la ville d'Annonay.

La modélisation numérique a pour objectifs de :

- ✓ Identifier les dysfonctionnements du réseau dans son fonctionnement actuel par temps sec et par temps de pluie ;
- ✓ Évaluer l'impact des rejets au milieu naturel en période de pluie dans la situation actuelle et dans celle envisagée à moyen terme ;
- ✓ Identifier les problèmes de dimensionnement engendrés par des éventuels raccordements sur le réseau.

Ces objectifs seront atteints grâce aux simulations réalisées sur le logiciel de modélisation MikeUrban (Editeur DHI) et par un diagnostic de la situation actuelle et prévisible.

A terme, ce modèle devra devenir un outil dont la ville d'Annonay pourra se servir et guidera les réflexions sur les aménagements à envisager.

Les chapitres suivants présentent la construction du modèle et les étapes de calage.

## Modèle numérique du réseau

Ce chapitre dresse une description complète des choix de construction du modèle du système de collecte de la ville d'Annonay. Il se scinde en une partie hydraulique qui concerne les éléments représentatifs du réseau et d'une partie hydrologique qui concerne l'intégration du ruissellement de temps de pluie.

### 2.1 Éléments hydrauliques

#### 2.1.1 Principe de modélisation retenu

Le réseau d'assainissement de la ville d'Annonay étant très complexe, il a été choisi d'en modéliser seulement la partie structurante, comprenant l'ossature principale et quelques collecteurs secondaires spécifiques. Tous les ouvrages d'interaction avec le milieu naturel ont été saisis.

Un modèle structurant, moins lourd et plus facile à régler, a l'avantage d'être plus simple à exploiter, en particulier si le maître d'ouvrage souhaite le faire évoluer (situation future, situation aménagée...). En revanche, il ne répondra pas aux questions précises de dimensionnement sur les collecteurs secondaires raccordant peu de pollution.

Pour simplifier le réseau et optimiser la phase de calage, il est proposé de ne pas modéliser les surfaces actives à l'amont de certains DO cumulant les critères suivants :

- très faible surface active raccordée,
- faible apport de pollution (moins de 200EH, seuil réglementaire de déclaration).
- situation de déversement peu probable (lame ou orifice déversant calé très haut).

**Le principe de modélisation RESEAU est le suivant :**

- ✓ Collecteurs de transit ;
- ✓ Collecteurs principaux communaux.
- ✓ Quelques collecteurs secondaires.
- ✓ La totalité des déversoirs d'orage ;
- ✓ Les postes de pompes structurants.

## 2.1.2 Taille du modèle

Le modèle est composé de 385 nœuds, 361 canalisations, 124 déversoirs et vannes, et 1 poste de refoulement, pour une longueur modélisée de 33.5 km de réseau.

Ce linéaire est à comparer au linéaire complet de 155 km du bassin de collecte d'Annonay. Le modèle numérique structurant considère un peu plus de 21% des linéaires réels de réseau.

## 2.1.3 Les nœuds

On ne modélise pas tous les regards du réseau mais uniquement ceux qui ont un impact sur l'écoulement : perte de charge singulière importante (chute rétrécissement...), rupture de pente, changement de diamètre, raccordement de deux antennes...

Ce travail s'appuie sur :

- ✓ les plans des réseaux : repérage des raccordements, des changements de diamètres, des ouvrages de déversement ;
- ✓ la pente du terrain naturel : identification des ruptures de pente éventuelles ;

Le point aval de chaque déversoir d'orage et l'entrée de la STEP sont modélisés par des exutoires, lieu d'évacuation du débit.

La bêche de pompage du poste de refoulement a été modélisée par des bassins, nœuds dont la géométrie est renseignée finement et dans lesquels le volume stocké est calculé à chaque pas de temps.

Sous Mike Urban, à chaque nœud est associé un identifiant, des coordonnées de localisation, une cote de terrain naturel et une cote de radier.

## 2.1.4 Précisions sur la topographie saisie

La topographie a été réalisée par un géomètre spécialisé.

La cote du terrain naturel et la profondeur du radier ont été relevées pour tous les points. L'altitude amont et/ou aval des conduites a également été relevée lorsque la cote d'arrivée ou de départ de celle-ci ne correspond pas à la cote radier du regard.

Compte tenu des difficultés d'accès au réseau, notamment pour les regards en propriété privée, certains regards n'ont pas pu être inspectés. Dans ce cas, la démarche a été de rechercher le regard le plus proche pour avoir une première estimation des cotes. L'information manquante a ensuite été extrapolée de la manière suivante :

- ✓ *Dans les zones à forte pente* : relevé topographique approximatif sur Google Earth, radier fixé à deux mètres de profondeur ;
- ✓ *Dans les zones à faible pente* : canalisation et terrain naturel à pente constante entre les points connus.

## 2.1.5 Les canalisations

Les canalisations ont été saisies entre chaque nœud. Elles sont renseignées par leur section, leur rugosité et leurs cotes amont et aval.

Toutes ces informations sont issues des plans de détail, des visites terrain et des échanges avec le bureau d'études PÖYRY.

## 2.1.6 Les déversoirs d'orage

L'inspection a permis d'identifier et de relever 113 déversoirs d'orage pour la ville d'Annonay. Les éléments géométriques ont été recensés lors de l'inspection globale du réseau en phase 1. Le réseau d'assainissement d'Annonay comprend 4 grands types de déversoirs d'orage : Trop-plein/surverse, Demi-lune, Leaping wear et Filippi.

Les déversoirs d'orage modélisés suivent les lois de seuils pour calculer le débit surversé. Ces lois dépendent du niveau de crête, de la largeur déversante, du type de déversoir et de son orientation.

Les orifices circulaires et rectangulaires sont modélisés par des ouvertures dans des bassins dont la géométrie, la hauteur et le contrôle sont renseignés. L'hypothèse initiale a été de considérer qu'il n'y a pas d'influence aval et, donc, pas de contrôle.

Le milieu récepteur de chaque déversoir est précisé dans le modèle.

On appelle surverse les déversoirs permettant de répartir un débit entre deux antennes du réseau. Les surverses structurantes sont modélisées de la même manière que les déversoirs d'orage mais sont connectées, à l'aval, à un regard rattaché au réseau.

Les tableaux ci-dessous présentent les caractéristiques des déversoirs d'orage relevés sur Annonay. Les hypothèses de représentation des déversoirs modélisés sont également expliquées.

Tableau 2-1 : Caractéristiques des déversoirs d'orage modélisés sur Annonay

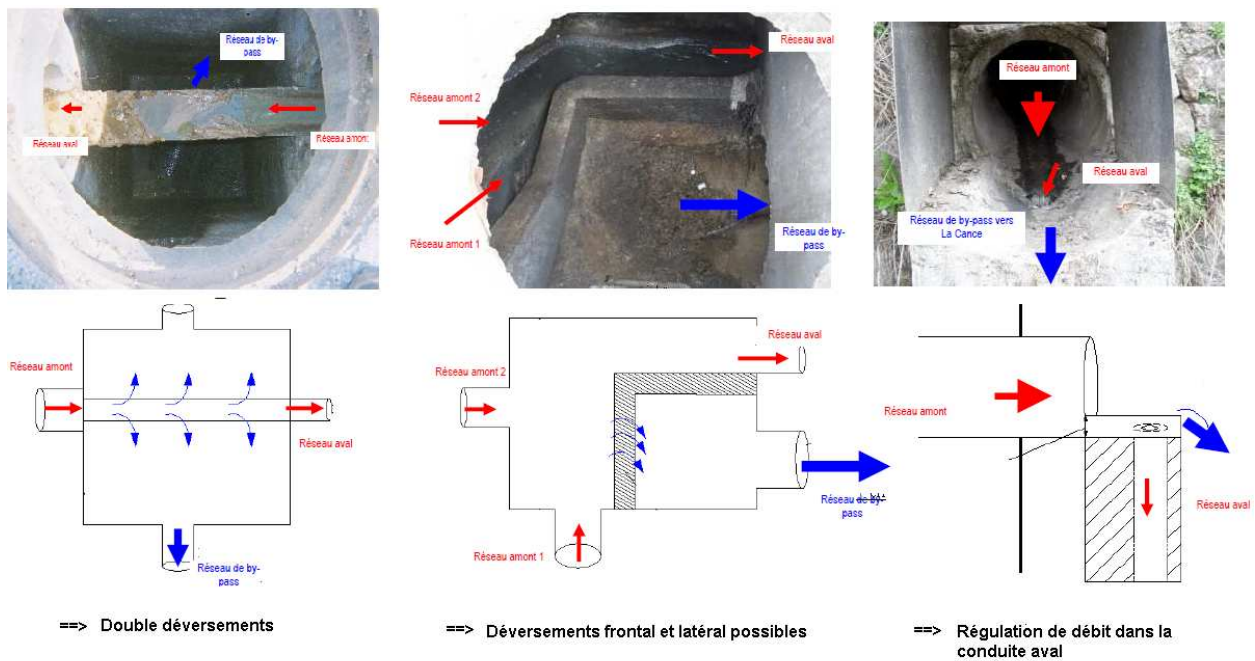
| N° des DVO<br>En vert: DVO<br>instrumentés pendant<br>la campagne | Type      | Niveau de crête/<br>Niveau radier (orifice)<br>en m NGF | Longueur<br>déversante/<br>diamètre (orifice)<br>en m | Commentaires/ représentativité/ raison non<br>modélisation  |
|---|-----------|---|---|---|
| DO 01   | déversoir | 392,8   | 1,72  | Déversement frontal seulement modélisé mais la longueur déversante tient compte des deux types de déversements possibles        |
| DO 01.1   | Orifice   | 406,24  | 0,5   |   |
| DO 02   | déversoir | 392,83  | 1,5   |   |
| DO 03   | déversoir | 390,95  | 2   |   |
| DO 04   | Orifice   | 391,61  | 0,4   | Régulation de débit dans la conduite aval selon la capacité de l'orifice de sortie pour tenir compte des déversements possibles |
| DO 05   | déversoir | 384,47  | 1,5   |   |
| DO 06   | déversoir | 385,1   | 1,7   |   |
| DO 07   |           | Pluvial   |   |   |
| DO 08   | déversoir | 399,06  | 4,2   |   |
| DO 08.1   | déversoir | 426,37  | 2   | Double déversement  |
| DO 08.2   | Orifice   | 400,98  | 0,3   |   |
| DO 09   | Orifice   | 403,73  | 0,4   | Régulation de débit dans la conduite aval selon la capacité de l'orifice de sortie pour tenir compte des déversements possibles |
| DO 10   | déversoir | 386,21  | 1,2   | Déversement latéral seulement modélisé mais la longueur déversante tient compte des deux types de déversements possibles        |
| DO 11   | déversoir | 352,69  | 1,2   | Déversement frontal seulement modélisé mais la longueur déversante tient compte des deux types de déversements possibles        |
| DO 12   | Orifice   | 324,52  | 0,6   |   |
| DO 12.1   | déversoir | 349,77  | 1   |   |
| DO 13   | déversoir | 351,59  | 1,6   |   |
| DO 14   | déversoir | 339,1   | 1,2   |   |
| DO 15   | Orifice   | 331,31  | rectangulaire   |   |
| DO 16   | déversoir | 329,3   | 1   |   |
| DO 17   | déversoir | 322,52  | 1,8   |   |
| DO 18   | Orifice   | 322,8   | 0,8   |   |
| DO 19   | déversoir | 325,93  | 2,4   |   |
| DO 19.1   | Orifice   | 330,07  | 0,3   |   |
| DO 19.2   | Orifice   | 321,25  | 0,4   |   |
| DO 19.3   | Orifice   | 319,7   | 0,4   |   |
| DO 20   | déversoir | 368,16  | 1,2   |   |
| DO 21   | déversoir | 365,49  | 1,4   |   |
| DO 22   | déversoir | 365,22  | 0,9   |   |
| DO 23   | Orifice   | 357,85  | 0,2   |   |
| DO 24   | Orifice   | 320,22  | 0,4   |   |
| DO 25   | déversoir | 338,12  | 1   |   |
| DO 26   | déversoir | 327,68  | 1   |   |
| DO 27   | déversoir | 327,37  | 0,8   |   |
| DO 28   | Orifice   | 319,27  | 0,3   |   |
| DO 29   | déversoir | 320,05  | 1   |   |
| DO 30   | Orifice   | 318,15  | 0,4   | Régulation de débit dans la conduite aval selon la capacité de l'orifice de sortie pour tenir compte des déversements possibles |
| DO 31   | déversoir | 323,19  | 1   |   |
| DO 31.1   | Orifice   | 345,37  | 0,4   |   |
| DO 31.2   | Orifice   | 341,79  | 0,3   |   |
| DO 31.3   | Orifice   | 341,39  | 0,3   | Régulation de débit dans la conduite aval selon la capacité de l'orifice de sortie pour tenir compte des déversements possibles |
| DO 31.4   | Orifice   | 337,89  | 0,3   | Régulation de débit dans la conduite aval selon la capacité de l'orifice de sortie pour tenir compte des déversements possibles |
| DO 31.5   | Orifice   | 336,35  | 0,3   |   |
| DO 31.6   | déversoir | 355,75  | 0,8   |   |
| DO 31.7   | déversoir | 344,91  | 0,8   |   |
| DO 32   | déversoir | 322,56  | 1   |   |
| DO 32.1   | déversoir | 320,02  | 0,8   |   |
| DO 33   | déversoir | 317,37  | 2   |   |
| DO 34   | déversoir | 316,85  | 2,2   |   |
| DO 35   |           | Hors service  |   | non modélisé  |
| DO 36   | déversoir | 312,11  | 2,2   |   |
| DO 36.1   | Orifice   | 312,01  |   |   |
| DO 36.2   | Orifice   | 303,06  | 0,3   |   |
| DO 37   | Orifice   | 297,97  | rectangulaire   | Rejet direct dans la Cance  |

| N° des DVO<br>En vert: DVO instrumentés pendant la campagne | Type         | Niveau de crête/<br>Niveau radier (orifice)<br>en m NGF | Longueur déversante/<br>diamètre (orifice)<br>en m | Commentaires/ représentativité/ raison non modélisation  |
|---|--------------|---|--|--|
| DO 38   | Orifice      | 297,96  | rectangulaire                                      | Régulation de débit dans la conduite aval selon la capacité de l'orifice de sortie. Rejet direct dans la Cance |
| DO 39   | déversoir    | 297,9   | 0,45   | Régulation de débit dans la conduite aval selon la capacité de l'orifice de sortie. Rejet direct dans la Cance |
| DO 40   | déversoir    | 298,33  | 0,3  | Régulation de débit dans la conduite aval selon la capacité de l'orifice de sortie. Rejet direct dans la Cance |
| DO 41   | déversoir    | 298,4   | 0,45   | Régulation de débit dans la conduite aval selon la capacité de l'orifice de sortie. Rejet direct dans la Cance |
| DO 42   | Supprimé     |   |  |  |
| DO 43   | Orifice      | 298,69  |  | Rejet direct dans la Cance   |
| DO 44   | déversoir    | 298,25  | 0,4  | Rejet direct dans la Cance   |
| DO 45   | Hors service |   |  | non modélisé   |
| DO 46   | déversoir    | 302,68  | 0,3  | Régulation de débit dans la conduite aval selon la capacité de l'orifice de sortie. Rejet direct dans la Cance |
| DO 47   | déversoir    | 302,58  | 0,3  | Régulation de débit dans la conduite aval selon la capacité de l'orifice de sortie. Rejet direct dans la Cance |
| DO 48   | déversoir    | 344,47  | 1  |  |
| DO 49   | Orifice      | 318,45  | 0,2  |  |
| DO 49.1   | déversoir    | 343,49  | 0,45   |  |
| DO 49.2   | déversoir    | 352,06  | 0,45   |  |
| DO 49.3   | déversoir    | 387,78  | 0,8  |  |
| DO 50   | déversoir    | 308,11  | 0,8  |  |
| DO 51   | Orifice      | 288,3   | 0,4  |  |
| DO 51.1   | Orifice      | 289,03  | 0,2  | Branchement tannerie modélisé  |
| DO 52   | déversoir    | 330,74  | 1  |  |
| DO 53   | déversoir    | 345,27  | 0,65   |  |
| DO 54   | déversoir    | 363,56  | 0,95   |  |
| DO 55   | déversoir    | 291,03  | 2  | Double déversement   |
| DO 55.1   | Orifice      | 285,99  | rectangulaire                                      | DO entrée de STEP  |
| DO 56   | Orifice      | 364,66  | 0,3  |  |
| DO 57   | Orifice      | 363,29  | 0,3  |  |
| DO 58   | Orifice      | 368,73  | 0,3  |  |
| DO 59   | Orifice      | 351,55  | 0,3  |  |
| DO 60   | Orifice      | 342,64  | 0,25   |  |
| DO 61   | Orifice      | 296,04  | 0,2  |  |
| DO 62   | Orifice      | 334,22  | 0,2  |  |
| DO 63   | déversoir    | 368,46  | 1,5  |  |
| DO 64   | Hors service |   |  | non modélisé   |
| DO 65   | Orifice      | 298,53  | 0,3  |  |
| DO 66   | déversoir    | 303,84  | 0,5  |  |
| DO 67   | Orifice      | 303,78  | 0,3  |  |
| DO 68   | déversoir    | 317,94  | 2,2  |  |
| DO 69   | déversoir    | 332,21  | 1,35   |  |
| DO 70   | Orifice      | 343   | 0,5  |  |
| DO 71   |              |   |  | Non modélisé: Inspection impossible, situé en propriété privée   |
| DO 72   | déversoir    | 380,93  | 0,5  |  |
| DO 73   | Orifice      | 380,66  | 0,3  |  |
| DO 74   | Orifice      | 390,06  | 0,2  |  |
| DO 75   | déversoir    | 406,09  | 0,8  |  |
| DO 76   | déversoir    | 405,86  | 0,8  |  |
| DO 77   | déversoir    | 404,96  | 0,8  |  |
| DO 78   | Orifice      | 399,25  | 0,3  |  |
| DO 78.1   | Orifice      | 398,41  | 0,3  |  |
| DO 79   | Orifice      | 389,6   | 0,3  |  |
| DO 80   | Orifice      | 370,26  | 0,2  |  |
| DO 80.1   | Orifice      | 371,15  | 0,4  |  |
| DO 80.2   | Orifice      | 371,74  | 0,5  |  |
| DO 80.3   | Orifice      | 364,55  | 0,3  |  |
| DO 81   | déversoir    | 361,45  | 0,5  |  |
| DO 82   | déversoir    | 376,91  | 2  | Double déversement   |
| DO 84   | déversoir    | 483,12  | 0,8  | Ne fait pas partie du réseau structurant actuel mais interviendra dans scénario futur                          |
| DO 84.1   |              |   |  | Non modélisé: vallée de la Vocance   |
| DO 84.2   | Orifice      | 469,2   | 0,3  | Ne fait pas partie du réseau structurant actuel mais interviendra dans scénario futur                          |

Les trois structures particulières observées pour les déversoirs d'orage sont présentées ci-dessous. Des choix de modélisation ont ainsi du être faits.

- ✓ Structure double déversement : la longueur déversante a été multipliée par 2 ;
- ✓ Déversements frontal et latéral : le déversement frontal est seulement modélisé mais la longueur déversante a été augmentée.
- ✓ Réseau aval perpendiculaire au réseau amont : Régulation du débit dans la conduite aval selon son débit capable.

Figure 2-1 : Les trois structures particulières majeures des déversoirs d'orage



## 2.1.7 Les postes de relèvement

Il existe au total deux postes de relèvement sur le réseau d'assainissement de la ville d'Annonay : Le poste de la Rocade Sud et celui de Pantu.

Tableau 2-2 : Liste postes de relevage

| Dénomination usuelle | Situation géographique | Type d'eau | Type réseau | Milieu de rejet | Trop-plein |
|----------------------|------------------------|------------|-------------|-----------------|------------|
| PR Rocade Sud        | Sur la rocade          | Eaux usées | séparatif   | Réseau EU       | Non        |
| PR Pantu             | Quartier Pantu         | Eaux usées | séparatif   | Réseau EU       | Oui        |

Seul le poste de relèvement de la rocade sud a été modélisé puisqu'il fait partie intégrante de la structure principale du réseau (sur les antennes principales de transit). Le poste de Pantu n'a pas été pris en compte car il se situe sur une antenne qui n'a pas été modélisée.

Les caractéristiques renseignées dans le modèle pour ce poste sont reprises dans le tableau ci-dessous. Les données sont issues de la reconnaissance réseau.

Tableau 2-3 : Caractéristiques poste de relevage : Rocade Sud

| Identifiant   | Niveau de démarrage | Niveau d'arrêt | débit (m3/s) |
|---------------|---------------------|----------------|--------------|
| PR rocade sud | 301,2               | 300,8          | 0,0527       |

## 2.1.8 Débits de temps sec

Le débit de temps sec est évalué à partir de la campagne de mesure (données hydrauliques) et des données de consommation d'eau potable. Ainsi, un volume de temps sec moyen a été associé à chaque point de mesure. Ensuite, la répartition des différents volumes s'est faite, branche par branche, selon le nombre d'équivalent-habitants potentiellement raccordé. Les points d'injection ont également été identifiés.

Les profils de temps sec journaliers ont été établis à partir des valeurs moyennes horaires de débit pour chaque point de mesures. Cette méthode permet de prendre en compte le mode de rejet des industriels importants notamment l'industrie Iribus et la tannerie.

Des profils spécifiques de rejets ont également été saisis pour chaque commune se raccordant sur le réseau d'Annonay et pour certains quartiers : Roiffieux et le quartier Fély, Davézieux, SIVU et le quartier de la Lombardière.

Aux points d'injection de temps sec restants est injecté le profil journalier observé à la station d'épuration. Leurs évolutions respectives au cours de la journée étant semblables.

Le graphique qui suit représente les variations horaires appliquées :

Figure 2-2 : Courbes de variation horaire du temps sec injectées dans MikeUrban

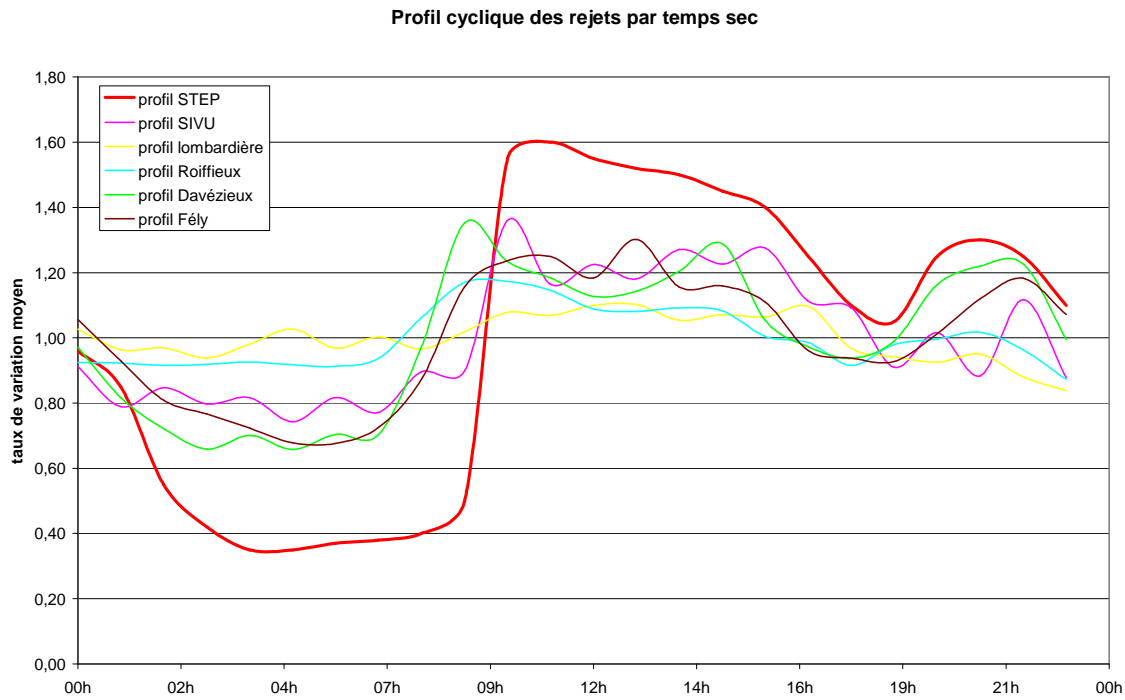
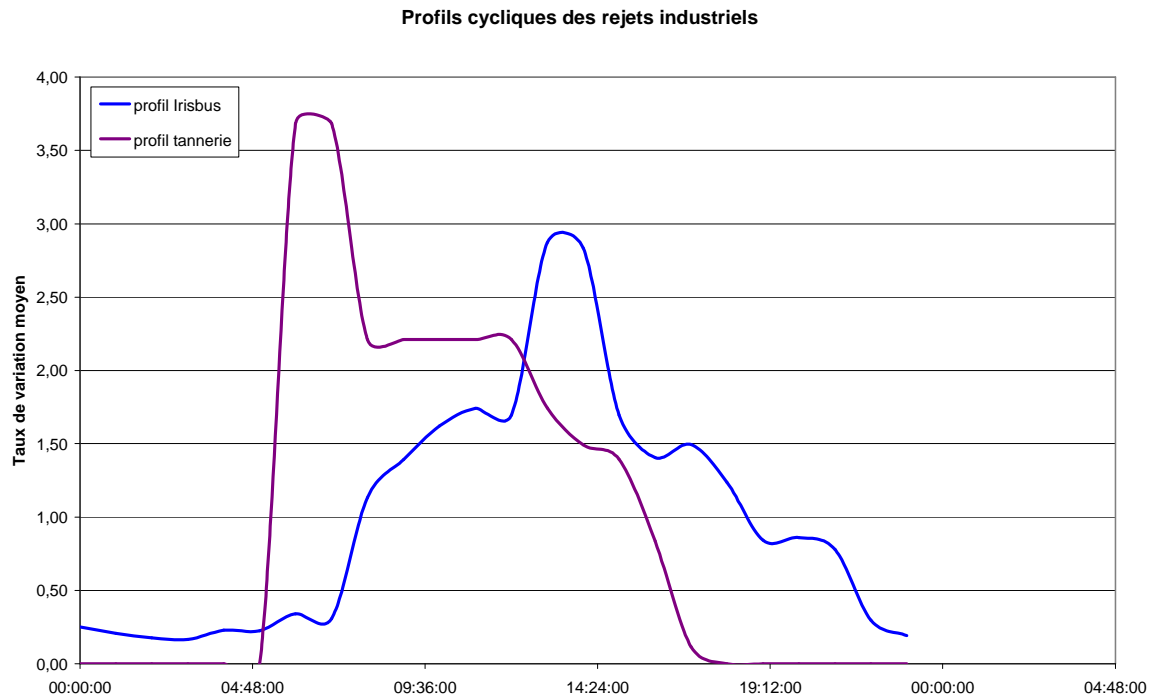


Figure 2-2 : Courbes de variation horaire du temps sec injectées dans MikeUrban pour les industriels



## 2.2 Éléments hydrologiques

### 2.2.1 Méthode utilisée

Pour modéliser les effets d'une pluie, il est nécessaire de choisir une méthode mathématique pour transformer la pluie en débit. La méthode hydrologique retenue est celle du réservoir linéaire. Elle permet de prendre en compte les bassins versants mixtes, mêlant des parties rurales et urbaines.

De plus, cette méthode fait intervenir deux paramètres seulement. Ces paramètres sont :

- ✓ *Le coefficient d'imperméabilisation* : indicateur des capacités d'infiltration du bassin versant sur lequel tombent les précipitations ;
- ✓ *Le temps de réponse* : décalage temporel entre le centre de gravité du hyétogramme de précipitation et celui de l'hydrogramme de ruissellement à l'exutoire ; soit un temps caractéristique de ruissellement sur le bassin versant.

### 2.2.2 Bassins versants élémentaires

Un bassin versant, ou bassin hydrographique, représente une zone sur laquelle les eaux ruissellent vers un exutoire commun. Cette zone est délimitée par des lignes de crête.

Chaque bassin versant est caractérisé par :

- ✓ Sa surface ;
- ✓ Sa longueur hydraulique ;
- ✓ Sa pente hydraulique ;
- ✓ Son coefficient d'imperméabilisation ;
- ✓ Son exutoire (lieu d'injection dans le réseau d'assainissement).

#### 2.2.2.1 Découpage

Le découpage est déterminé principalement par le mode d'occupation des sols qui doit être le plus homogène possible pour chaque bassin versant.

Ensuite la structure du réseau, son sens d'écoulement vont également influencer les limites des bassins versants élémentaires définis.

Le découpage des bassins versants élémentaires a été réalisés à partir :

- ✓ De photos aériennes ;
- ✓ Des plans cadastraux ;
- ✓ Du synoptique des réseaux de collecte.

Pour réaliser un modèle cohérent et respectant une certaine homogénéité, la délimitation des bassins versants a été réalisée en suivant les règles suivantes :

- ✓ La surface des bassins versants doit être de l'ordre de quelques hectares (1 à 10 hectares), bon compromis entre une description fine et la discrétisation nécessaire pour la modélisation ;
- ✓ Les zones non imperméabilisées (forêt, champs, etc.), sur lesquels il y a peu de ruissellement, ne sont pas nécessairement comprises dans la délimitation des bassins versants ;
- ✓ Chaque déversoir d'orage doit recevoir les eaux de ruissellement d'au moins un bassin versant.

### 2.2.2.2 La longueur hydraulique

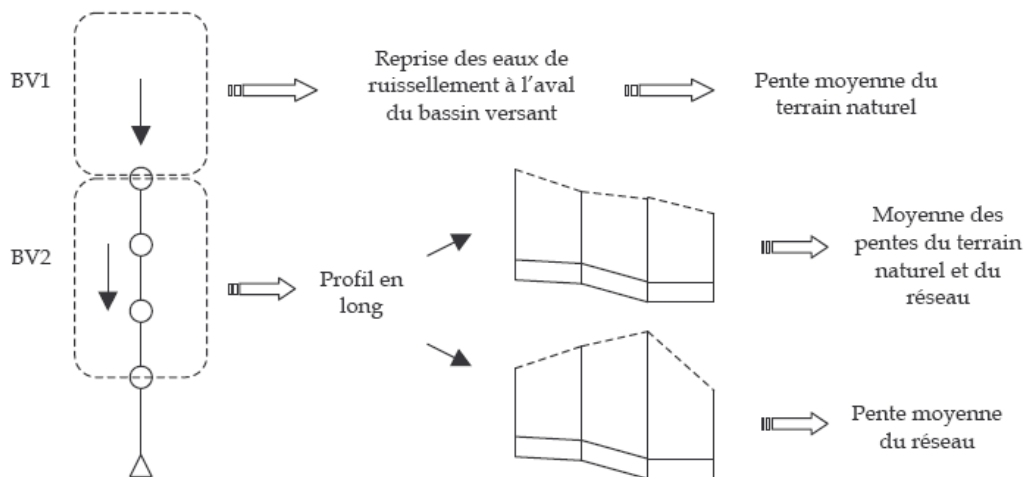
C'est la longueur du plus long cheminement hydraulique. Elle caractérise le parcours des eaux sur le bassin versant : ruissellement en surface ou écoulement dans le réseau. C'est un des paramètres de détermination du temps de réponse du bassin versant.

Pour déterminer la longueur de chaque bassin versant, nous prenons en compte la voirie principale, car elle constitue le chemin préférentiel du ruissellement lors de précipitations importantes. En milieu urbain le tracé des collecteurs suit, en général, celui des routes ce qui simplifie la détermination de la longueur du bassin versant.

### 2.2.2.3 La pente

La façon d'évaluer la pente d'un bassin versant dépend de sa nature.

Il y a trois cas :



Dans la présente modélisation, les pentes ont été déterminées à partir de la topologie du terrain naturel. En effet sur la majeure partie de la zone d'étude les réseaux suivent la pente du terrain naturel.

Pour pouvoir utiliser la méthode du réservoir linéaire il est nécessaire que les pentes soient comprises entre 4‰ et 47‰. Sur Annonay, il existe de nombreuses zones dont la pente dépasse largement la borne supérieure de l'intervalle de validité. Néanmoins, les études précédentes prouvent que ce critère n'a pas d'influence sur les résultats obtenus.

#### 2.2.2.4 Le coefficient d'imperméabilisation

Le coefficient d'imperméabilisation caractérise la nature du sol et, en particulier, ses capacités à infiltrer l'eau précipitée ou à générer du ruissellement ;

Pour attribuer à chaque bassin versant un coefficient d'infiltration, on a utilisé le tableau suivant. L'occupation des sols a été déterminée à partir de photographies aériennes.

Tableau 2-3 : Gammes de coefficients d'imperméabilisation selon l'occupation du sol

| Coefficients de ruissellement | Occupation du sol  |
|-------------------------------|--|
| 20-30%                        | Maisons individuelles avec beaucoup d'espaces verts                                |
| 30-40%                        | Lotissements et espaces verts  |
| 40-60%                        | Zones moyennement urbanisées   |
| 60-70%                        | Zones industrielles ou zones fortement urbanisées possédant quelques espaces verts |
| 70-85%                        | Zones industrielles fortement imperméabilisées ou centre-ville                     |

Les coefficients sont également issus de l'analyse de la campagne de mesure, et en particulier de l'analyse des surfaces actives.

Des coefficients d'imperméabilisation ont donc été attribués initialement à chacun des bassins versant du modèle numérique. Ils sont ensuite affinés lors de l'étape de calage.

### 2.2.3 Le modèle numérique d'Annonay

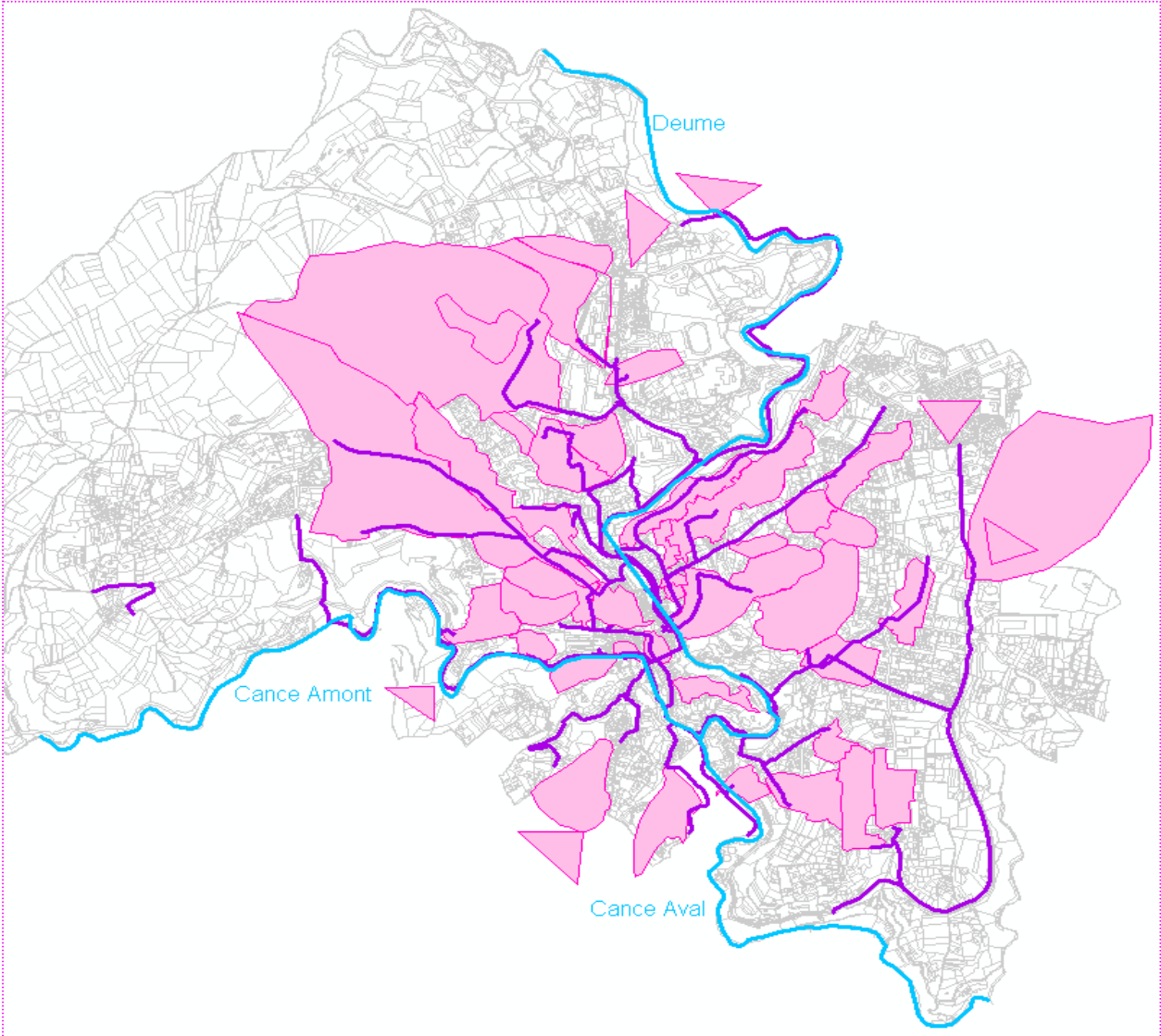
La zone contributive à la collecte d'eau pluviale se décompose en 48 bassins versants.

Les caractéristiques des bassins versants avant et après calage du modèle sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 2-4 : Liste des bassins versants de ruissellement – Caractéristiques avant calage

| Nom des BV | Coefficient d'imperméabilisation initial | Coefficient d'imperméabilisation modélisé | Surface totale | Surface drainée |
|------------|--|---|----------------|-----------------|
| BV_001     | 30                                       | 30  | 5,756          | -               |
| BV_002     | 45                                       | 45  | 7,785          | -               |
| BV_003     | 35                                       | 55  | 2,494          | -               |
| BV_004     | 42                                       | 60  | 7,115          | -               |
| BV_005     | 35                                       | 20  | 6,43           | 3,5             |
| BV_006     | 62                                       | 20  | 17,038         | 10              |
| BV_007     | 55                                       | 20  | 5,565          | 3               |
| BV_008     | 40                                       | 20  | 3,687          | 2               |
| BV_009     | 25                                       | 20  | 50,833         | 10              |
| BV_010     | 58                                       | 70  | 3,104          | -               |
| BV_011     | 42                                       | 31  | 10,918         | 2               |
| BV_012     | 20                                       | 20  | 3,358          | -               |
| BV_013     | 90                                       | 90  | 0,805          | -               |
| BV_014     | 35                                       | 35  | 2,262          | -               |
| BV_015     | 35                                       | 35  | 5,751          | 4               |
| BV_016     | 78                                       | 80  | 5,085          | -               |
| BV_017     | 85                                       | 90  | 6,16           | -               |
| BV_018a    | 21                                       | 20  | 31,085         | 15              |
| BV_018b    | 21                                       | 20  | 27,866         | 10              |
| BV_018c    | 21                                       | 20  | 6,135          | 4               |
| BV_019a    | 50                                       | 20  | 10,725         | 5               |
| BV_019b    | 50                                       | 20  | 1,05           | 0,5             |
| BV_019c    | 50                                       | 20  | 3,319          | 1               |
| BV_020     | 60                                       | 20  | 1,855          | -               |
| BV_021     | 52                                       | 20  | 7,721          | 4               |
| BV_022     | 60                                       | 20  | 5,622          | 3,5             |
| BV_023     | 21                                       | 42  | 86,823         | 50              |
| BV_024     | 70                                       | 46  | 6,347          | 4,5             |
| BV_025     | 65                                       | 58  | 3,911          | 3,5             |
| BV_026     | 72                                       | 67  | 4,624          | 4,5             |
| BV_027     | 85                                       | 67  | 10,309         | 9               |
| BV_028     | 30                                       | 50  | 3,618          | -               |
| BV_029     | 85                                       | 50  | 6,878          | -               |
| BV_030a    | 50                                       | 20  | 4,306          | 1,6             |
| BV_030b    | 50                                       | 25  | 9,612          | 3,6             |
| BV_031     | 80                                       | 100                                       | 1,493          | -               |
| BV_032     | 52                                       | 37  | 6,864          | 2,6             |
| BV_033     | 60                                       | 40  | 3,814          | 2,1             |
| BV_034     | 40                                       | 27  | 2,015          | 1,2             |
| BV_035a    | 70                                       | 20  | 7,32           | -               |
| BV_035b    | 70                                       | 20  | 8,64           | -               |
| BV_036     | 90                                       | 100                                       | 0,566          | -               |
| BV_037     | 90                                       | 100                                       | 0,613          | -               |
| BV_038     | 90                                       | 90  | 1,516          | -               |
| BV_039     | 90                                       | 90  | 4,062          | -               |
| BV_040     | 40                                       | 20  | 8,275          | 4               |
| BV_041     | 40                                       | 42  | 2,495          | -               |
| BV_044     |  | 100                                       | 0,143          | 1               |
| BV_045     |  | 100                                       | 11,161         | -               |

Figure 2-3 : Carte des bassins versants modélisés



## 3

# Calage du modèle

Le calage d'un modèle numérique est une étape indispensable pour en assurer la validité. Il s'agit d'ajuster les paramètres hydrologiques, hydrauliques et calculatoires afin que le modèle représente le plus finement possible le fonctionnement du réseau d'assainissement.

Le calage s'appuie sur les mesures de terrain. Les paramètres sont ajustés pour que les données simulées dans les mêmes conditions (pluviométrie, piézométrie...) concordent avec les données mesurées en valeur et dans le temps.

### 3.1 Pluies de calage

Les mesures ont été réalisées en continu du lundi 27 septembre 2010 au lundi 18 octobre 2010. Sur cette campagne, nous avons sélectionné trois événements pluvieux pour le calage de temps de pluie: deux pour le calage à proprement parlé et un pour la validation des paramétrages choisis.

Les trois épisodes choisis ont les caractéristiques suivantes :

- ✓ Le volume précipité est important (lame d'eau et surface impactée par la pluie importante) ;
- ✓ L'intensité pluvieuse est suffisante ;
- ✓ La durée est modérée ;
- ✓ L'événement est relativement homogène sur le territoire d'Annonay.

Le tableau suivant présente les trois pluies sélectionnées pour le calage du modèle numérique.

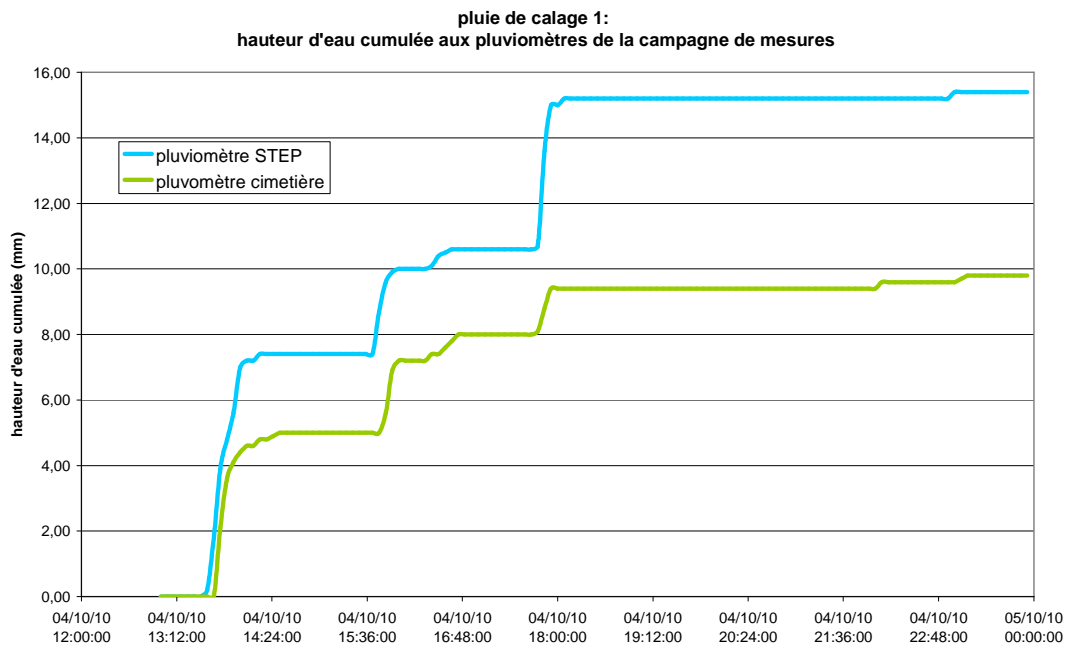
**Tableau 3-1 : Pluies sélectionnés pour le calage**

| Pluies calage | Début événement  | Fin événement    | Durée (heure) | Cumul STEP (mm) | Cumul cimetière (mm) |
|---------------|------------------|------------------|---------------|-----------------|----------------------|
| épisode 1     | 04/10/2010 13:30 | 04/10/2010 23:10 | 9,80          | 15,40           | 9,80                 |
| épisode 2     | 11/10/2010 07:40 | 11/10/2010 20:00 | 12,33         | 6,40            | 4,60                 |
| épisode 3     | 17/10/2010 04:05 | 17/10/2010 21:15 | 17,1          | 6,0             | 5,40                 |

Le découpage de ces trois pluies est assez large de manière à pouvoir observer correctement la phase de ressuyage en tout point du réseau après le passage de l'onde de crue.

Les trois figures suivantes sont les graphiques des précipitations cumulées sur les pluviomètres validés pour chacune des trois pluies le calage.

**Figure 3-1 : Pluie de calage 1**



**Figure 3-2 : Pluie de calage 2**

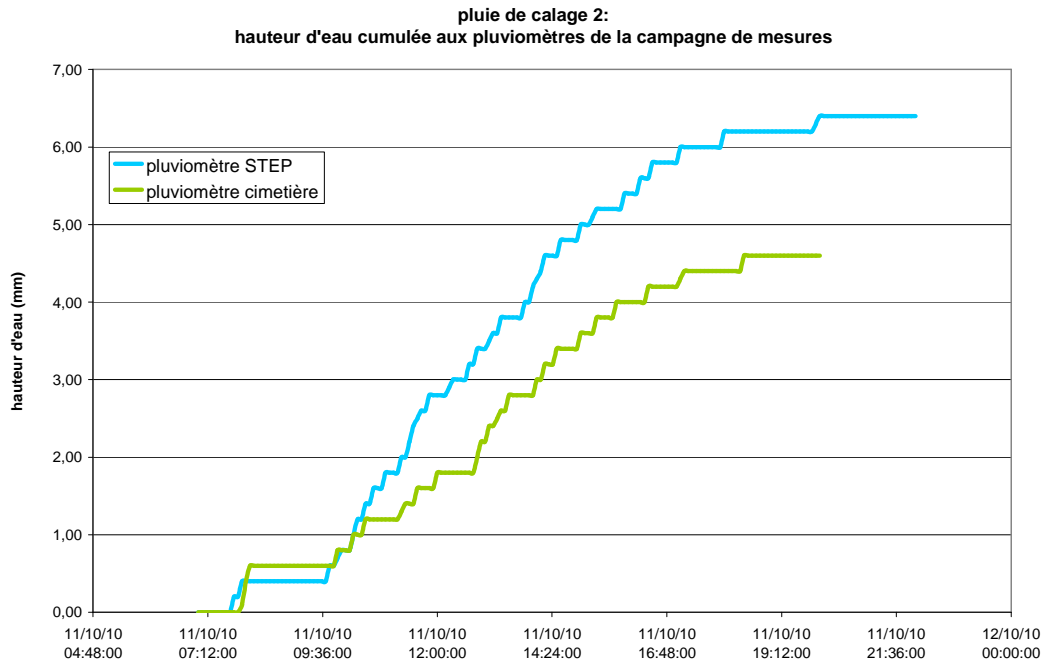
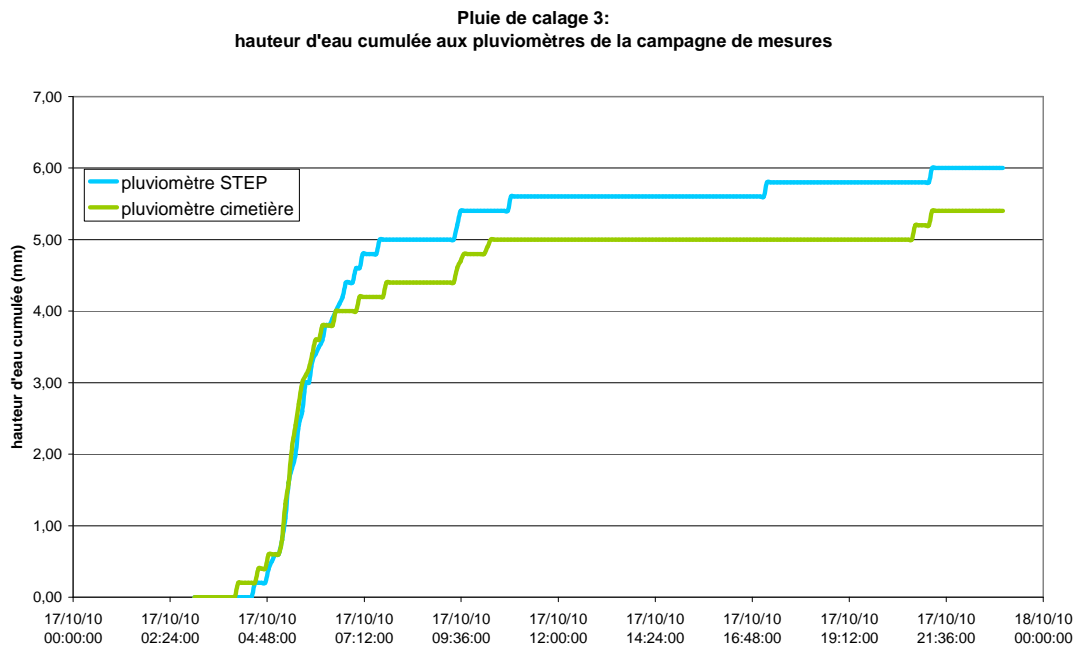


Figure 3-3 : Pluie de calage 3



## 3.2 Évaluation du calage

### 3.2.1 Les trois paramètres d'évaluation

Pour évaluer la pertinence de la réponse du modèle aux pluies simulées, on évalue la concordance :

- ✓ Des débits de pointe ;
- ✓ Des volumes écoulés ;
- ✓ De la forme des hydrogrammes.

Pour cela on utilise les indicateurs numériques suivants :

Tableau 3-1 : Critères de calage

| Pourcentage d'erreur sur les pointes   | Pourcentage d'erreur sur les volumes  |
|--|---|
| $E_{Pi} = \frac{Y_{i \max}^M - Y_{i \max}^S}{Y_{i \max}^M}$ <p>Où :</p> <p><math>E_{pi}</math> = Ecart relatif sur les pics pour l'événement i</p> <p><math>Y_{i \max}^M</math> = Pic de la série mesurée Q – événement i</p> <p><math>Y_{i \max}^S</math> = Pic de la série calculé Q – événement i</p>   | $E_{Vi} = \frac{V_i^S - V_i^M}{V_i^M}$ <p>Où :</p> <p><math>E_{Vi}</math> = Ecart relatif sur le volume – événement i</p> <p><math>V_i^M</math> = Volume mesuré – événement i</p> <p><math>V_i^S</math> = Volume simulé – événement i</p> |
| <b>Critère de Nash</b>   |   |
| $NS = 1 - MSE_{normalisé}$ <p>avec</p> $MSE_{normalisé} = \frac{MSE}{Var_0} = \frac{\sum_{i=1}^n [Q_i^o - Q_i^s]^2}{\sum_{i=1}^n [Q_i^o - \bar{Q}^o]^2}$ $MSE = \frac{\sum_{i=1}^n [Q_i^o - Q_i^s]^2}{n}$  |   |
| <p>NS : critère de Nash-Stucliffe</p> <p>MSE : Erreur quadratique moyenne – Mean Standard Error</p> <p>MSE<sub>normalisée</sub> : Erreur quadratique moyenne normalisée</p> <p><math>Q_i^o</math> : Valeurs mesurées</p> <p><math>Q_i^s</math> : valeurs simulées</p> <p><math>\bar{Q}^o</math> : moyenne des valeurs mesurées</p> <p>Var<sub>0</sub> : Variance des valeurs mesurées.</p> |   |

### 3.2.2 Critères d'appréciation des paramètres de calage

On caractérise la qualité du calage selon les trois classes suivantes :

Tableau 3-2 : Critères d'appréciation des paramètres de calage

| Pointes et volume |      |      |
|-------------------|------|------|
|                   | Min. | Max. |
| Précis            | 0%   | 15%  |
| Acceptable        | 15%  | 30%  |
| Non satisfaisant  | 30%  | 100% |

| Nash             |      |      |
|------------------|------|------|
|                  | Min. | Max. |
| Précis           | 0.7  | 1    |
| Acceptable       | 0.4  | 0.7  |
| Non satisfaisant | << 0 | 0.4  |

Une bonne représentation des pointes de débit est nécessaire pour mesurer les enjeux capacitaires.

Une bonne représentation des volumes est indispensable pour évaluer ce qui arrive à la STEP, ainsi que l'impact des rejets au milieu naturel.

Le critère de Nash, lui, évalue la concordance des formes des hydrogrammes simulés avec ceux mesurés. Cette concordance assure la bonne représentation de la réponse hydrologique (transformation pluie-débit) des bassins versant.

## 3.3 Résultats de calage

Les paragraphes suivants présentent les résultats de calage (par temps sec et temps de pluie) et les choix qui ont dus être faits pour représenter le plus fidèlement possible le fonctionnement actuel du réseau.

### 3.3.1 Calage par temps sec

Les objectifs étaient de :

- ✓ Reproduire correctement en valeur et en temps les creux et les pics de débits.
- ✓ S'assurer du bon fonctionnement des déversoirs d'orage.
- ✓ Identifier les limites capacitaires et les mises en charge des conduites.

Pour caler les creux et les pics de débits observés aux différents points de mesures, certains profils journaliers ont dû être ajustés.

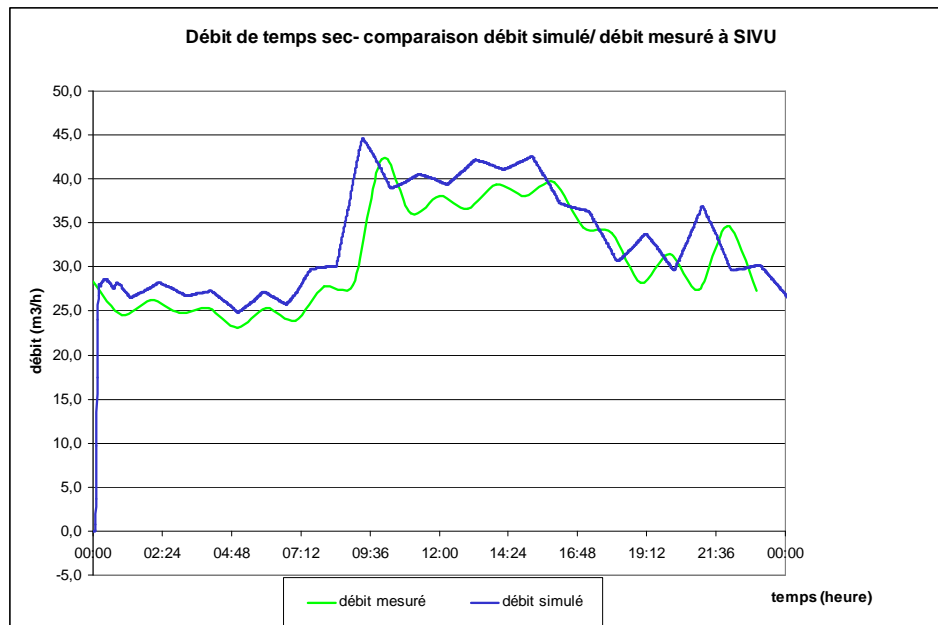
Des points d'injection de débit de temps sec ont également dû être rajoutés pour garantir un niveau d'eau minimal dans chaque conduite. Sans cet ajout, le logiciel imposé dans les conduites un débit minimal quelconque et qui faussé l'interprétation. L'erreur se répercutait ensuite jusqu'à la STEP. Quatre points sont concernés sur les antennes qui se raccordent au déversoir d'orage n°18. Cet ajout occasionne un volume supplémentaire fictif à la station d'environ 600 m<sup>3</sup>/j dont il faudra tenir compte par la suite.

Les caractéristiques des postes de refoulement ont également dû être modifiées pour que le pompage fonctionne durant les épisodes pluvieux. Le niveau d'eau maximal dans le poste était trop faible pour que le niveau de démarrage soit atteint. Celui-ci a, ainsi, été ramené à 301 m. Actuellement nous attendons la confirmation de l'exploitant du poste de pompage sur ce point de fonctionnement.

Enfin, certaines mesures de temps sec ne sont que partiellement exploitables, notamment à Fély, où l'appareil a été recalibré pendant la campagne de mesures.

Les résultats de simulations ont été visualisés sur le logiciel Mike View. Les débits de temps sec simulés ont été comparés au débit mesurés lors de la campagne de mesures. Un exemple de courbes de calage est présenté ci-dessous :

Figure 3-4 : Calage débit de temps sec- Allure des courbes obtenues



Les courbes obtenues correspondent globalement à celles observées en chacun des points de mesures. Néanmoins, il est à rappeler que les profils injectés dans le modèle sont des profils moyens. De plus, seuls sept profils différents ont été tracés pour représenter les rejets journaliers sur la commune d'Annonay. Le modèle reproduit globalement le fonctionnement du système d'assainissement.

La simulation n'indique pas de mise en charge des conduites et elle n'a pas mis non plus en évidence de déversements de temps sec. La plupart des déversements d'orage qui ont fonctionné pendant la campagne de mesures sont dus à des défauts d'entretien, notamment à cause des difficultés d'accès aux regards et de l'ensablement des DO. Le modèle ne simule pas ces deux aspects et considère les déversements d'orage parfaitement opérationnels. Ces thématiques seront par ailleurs abordées dans la phase de diagnostic réseau.

### 3.3.2 Calage par temps de pluie

Initialement sur les trois épisodes pluvieux sélectionnés, deux devaient servir au calage et le troisième à la vérification. Cependant, le modèle n'arrive pas à reproduire correctement les écoulements dans les réseaux pour la pluie du 11/10/2010. Nous avons donc réalisé le calage des paramètres à partir de la pluie du 04/10/2010 et du 17/10/2010. Une attention particulière a été portée au calage de la pluie du 04/10/2010, plus intense et susceptible de causer d'avantage de dysfonctionnements dans les réseaux.

Les résultats de calage sont présentés dans le tableau suivant. La classe bleue correspond à un calage précis pour les paramètres étudiés (entre 0% et 15%

d'erreur), la verte à un calage satisfaisant (entre 15 et 25% d'erreur) et la classe orange à un écart supérieur à 25%. Les résultats sont accompagnés de commentaires permettant de les expliquer et de justifier les choix de calage.

Tableau 3-3 : Résultats de calage

| Point de mesures    | Critères quantitatifs calage |       |        | Appréciation globale<br>Quantitatif | Commentaires   |
|---------------------|------------------------------|-------|--------|-------------------------------------|--|
|                     | V                            | Pic Q | Nash Q |                                     |  |
| Fély                | 3                            | 1     | 2      | 2                                   | L'imprecision en volume provient de la mesure de temps sec à Fély. L'appareil a été recalibré pendant la campagne de mesures et à perturber le profil moyen injecté.   |
| RV1516              | 2                            | 3     | 3      | 2                                   | Calage de la pluie 1 privilégiée car la plus importante. Pas de calage possible en amont sur Roiffieux, mesures inexploitable.   |
| SIVU                | 1                            | 1     | 2      | 1                                   | Pluie 1 bien calée.  |
| Chapuze             | 1                            | 1     | 2      | 1                                   | Calage précis en volume et débit, acceptable en forme  |
| DO 12 Amont         | 1                            | 1     | 2      | 1                                   | Calage précis en volume et débit, acceptable en forme  |
| DO 14 Aval          | 1                            | 2     | 2      | 2                                   | Pluie 1 bien calée. Le volume est probablement sous estimé pour respecter la bonne représentation de la pluie 1.   |
| DO 18 Amont         | 3                            | 3     | 3      | 3                                   | Possibilité de raccordements de fossés sur le DO18. Incertitudes sur les mesures. Le pic de 800 l/s observé pour la pluie 1 a été écarté. Le volume est potentiellement sur estimé mais se compense à l'aval avec le volume du DO 14 probablement sous estimé. |
| Lombardière         | 1                            | 1     | 2      | 1                                   | Calage précis. Le 3e pic de débit mesuré sur la pluie 1 semble surévalué.  |
| DO 73 Aval          | 3                            | 1     | 3      | 2                                   | Contre pente identifiée à l'aval du DO73 => calage difficile: la pente de la canalisation et le volume déversé sont à caler simultanément. Bonne représentation de la pluie 1.   |
| DO 28               | 1                            | 2     | 2      | 2                                   | Pluie 1 bien calée.  |
| Collecteur Cance    | 1                            | 2     | 2      | 2                                   | Pluie 1 bien calée.  |
| DO 19.2 Aval        | 1                            | 1     | 1      | 1                                   | Calage précis.   |
| DO 17 surverse      | 3                            | 2     | 2      | 2                                   | Pas vraiment de calage possible sur la surverse du DO17. Dépend du calage du DO18 où des incertitudes sur les mesures persistent.  |
| DO 68 Amont         | 1                            | 2     | 1      | 1                                   | Le calage du volume a été privilégié par rapport au pic de débit pour retrouver le bon volume d'eau à la station d'épuration. Incertitudes confirmées par PÖYRY sur les mesures de débit.  |
| DO 66 Aval          | 1                            | 3     | 1      | 2                                   | Incertitudes confirmées par PÖYRY sur les mesures de débit. Du volume est perdu entre le DO68 et DO66 sans déversement observé   |
| Annonay Est         | 1                            | 3     | 2      | 2                                   | Les incertitudes des DO68 et 66 se répercutent sur le calage du point Annonay Est. Le calage en volume est toujours privilégié pour respecter les mesures à la STEP  |
| DO 51 Amont         | 1                            | 1     | 1      | 1                                   | Calage précis  |
| DO 55,1 Entrée STEP | 1                            | 1     | 1      | 1                                   | Calage précis. Bonne représentation de ce qui arrive à la station d'épuration.   |

On constate que :

- ✓ Le calage du Nord d'Annonay est très satisfaisant (points SIVU, DO12 Amont, DO14 Aval, Chapuze, DO19.2 Aval). **Cela est particulièrement intéressant, dans la mesure où cette zone collecte près de la moitié de la pollution qui arrive à la STEP.**
- ✓ Les problèmes de calage se sont essentiellement fait sentir au niveau du centre ville. Des points de mesure n'ont pas pu être exploités

- ✓ Le calage à l'aval est concluant (points DO51 Amont, DO55.1 Entrée STEP, DO68 Amont, Annonay Est). **Cela atteste d'une bonne représentation globale du système.**
- ✓ Le volume global déversé au milieu est correctement estimé. **L'impact des rejets par masses d'eau sera bien évalué.**

Les mesures aux entrées des communes qui se raccordent au réseau posent également problèmes. Les résultats obtenus à la STEP sont concluants.

Une interprétation antenne par antenne sera faite en annexes.

Certains déversoirs d'orage ont également été instrumentés avec des détecteurs de surverses. Les déversements détectés ont été pris en compte dans le calage des points précédents afin de représenter le plus finement le comportement réel du réseau d'assainissement.

**Tableau 3-4 : Suivi des déversoirs d'orage instrumentés**

|                           | Déversements au milieu naturel observés | Déversement modélisé |         |         | Commentaires   |
|---------------------------|---|----------------------|---------|---------|--|
|                           |   | pluie 1              | pluie 2 | pluie 3 |  |
| <b>By pass DO 36</b>      | Déversement pour les trois pluies       | non                  | non     | non     | L'appareil de mesures a été placé dans le réseau d'eaux pluviales. Le déversoir ne déverse pas en réalité.   |
| <b>By pass DO 73</b>      | Déverse que pour la pluie 1             | oui                  | non     | non     |  |
| <b>By pass DO 69</b>      | Déverse que pour la pluie 1             | oui                  | non     | non     |  |
| <b>By pass STEP</b>       | N'a pas déversé                         | non                  | non     | non     |  |
| <b>By pass DO 51</b>      | N'a pas déversé                         | non                  | non     | non     |  |
| <b>By pass DO 50</b>      | Déverse pour les 3 pluies               | oui                  | non     | oui     | Le modèle ne prend pas en compte les défauts d'entretien et l'ensablement des DO => Pas de surélévation de la ligne d'eau.   |
| <b>By pass DO 34</b>      | Déverse pour pluie 1 et 3               | non                  | non     | non     | Le modèle ne prend pas en compte les défauts d'entretien et l'ensablement des DO => Pas de surélévation de la ligne d'eau. Le volume d'eau est certainement sous estimé par le calage réalisé. |
| <b>DO 19.2 surverse</b>   | Déverse pour les 3 pluies               | oui                  | oui     | oui     |  |
| <b>DO 12.1 Amont SIVU</b> | N'a pas déversé                         | non                  | non     | non     |  |
| <b>By pass DO 12</b>      | N'a pas déversé                         | non                  | non     | non     |  |
| <b>By pass DO 14</b>      | Déverse pour pluie 1 et 3               | oui                  | non     | non     | Loin du déversement pour la pluie 3. Le modèle ne prend pas en compte les défauts d'entretien et l'ensablement des DO => Pas de surélévation de la ligne d'eau.                                |
| <b>By pass DO 17</b>      | déverse que pour la pluie 1             | oui                  | oui     | oui     | Déversoir de type Filippi. Modélisation difficile.   |
| <b>By pass DO 28</b>      | Déverse pour pluie 1 et 3               | oui                  | non     | oui     |  |
| <b>DO 1</b>               | Déverse pour pluie 1 et 3               | oui                  | non     | oui     |  |
| <b>DO 6</b>               | Déverse pour les 3 pluies               | oui                  | non     | oui     | Seuil de 30 cm, il semble douteux d'observer un déversement pour la pluie 2. Mais possibilité d'encrassement prononcé pouvant expliquer ce déversement   |
| <b>DO 19</b>              | Déverse pour les 3 pluies               | oui                  | non     | oui     | Défaut d'entretien observé. Le modèle ne le prend pas en compte  |
| <b>DO 8</b>               | Déverse pour les 3 pluies               | oui                  | oui     | oui     |  |
| <b>DO 25</b>              | Déverse pour les 3 pluies               | oui                  | non     | oui     | Le modèle ne prend pas en compte les défauts d'entretien et l'ensablement des DO => Pas de surélévation de la ligne d'eau.   |
| <b>DO 31.1</b>            | Déverse pour les 3 pluies               | oui                  | non     | oui     | Le modèle ne prend pas en compte les défauts d'entretien et l'ensablement des DO => Pas de surélévation de la ligne d'eau.   |
| <b>DO 49.2</b>            | N'a pas déversé                         | non                  | non     | non     |  |

**La plupart des déversoirs d'orage réagissent correctement lors de la simulation.**

Néanmoins, certains déversoirs ne déversent pas, notamment pour la pluie 2 (la plus faible). Les difficultés d'entretien, non prises en compte dans le modèle, peuvent expliquer en grande partie ces différences. Enfin certaines hypothèses de calage détaillées en annexe sont à l'origine des écarts entre le modèle et la réalité.

### 3.3.3 Points de mesures difficiles à exploiter

✓ PR rocade sud

Attente d'informations sur le fonctionnement réel du poste.

✓ Davézieux

Point SDEI : aucune des trois mesures n'a pu être exploitée, ni en volume, débit ou encore en forme. Ces problèmes ont été soulevés lors de la réunion de travail du 28 avril 2011. Des actions vont être engagées pour assurer la validité des points de mesures. Nous avons fait le choix de ne pas prendre en compte ce point de mesures.

✓ Camping

La pluie du 11/10 a généré des débits et des volumes 10 fois plus importants que celle du 17/10. Cette pluie n'a pas été prise en compte dans le calage. Nous ne calerons donc pas la pluie 2.

✓ Annonay nord

Il y a un problème de localisation du point de mesures. D'après les données, il se situe au RV 99 mais le RV est introuvable. Les mesures ne semblent pas non plus exploitables. Visiblement il y a eu une interruption de la mesure lors de la pluie 1 et la pluie 2 ne ressemble pas non plus à celle observée aux autres points de mesures. Seule la pluie 3 paraît correcte, mais comme le point de mesures n'est pas localisé, nous avons choisi de ne pas la caler. Cela ne pose pas vraiment de soucis, étant donné que le point SIVU à l'aval est correctement calé.

✓ Roiffieux

Deux problèmes majeurs apparaissent. Les mesures surestiment largement le volume observé en temps de pluie. Les volumes mesurés semblent peu probables. Des problèmes d'infiltration d'ECPP ont également été détectés mais des travaux ont été entrepris pour régler la situation.

✓ DO 34

Le point de mesures installé sur le DO 34 est inexploitable. En effet, la mesure de débit s'est faite à l'aide d'un seuil mais les conduites se sont mises en charge pour les trois pluies. Les valeurs de débit mesurées sont donc fausses. Ce point n'est pas pris en compte dans le calage. Néanmoins les bassins versants raccordés sont ajustés pour obtenir le bon volume au point de mesures aval situé à l'entrée de la STEP.

✓ DO 36 amont

Le volume d'eau observé à ce point de mesures semble trop faible. L'ajustement des paramètres pour respecter les courbes de débit serait incohérent avec le volume

observé à la STEP et avec les coefficients d'imperméabilisation connus au centre ville.

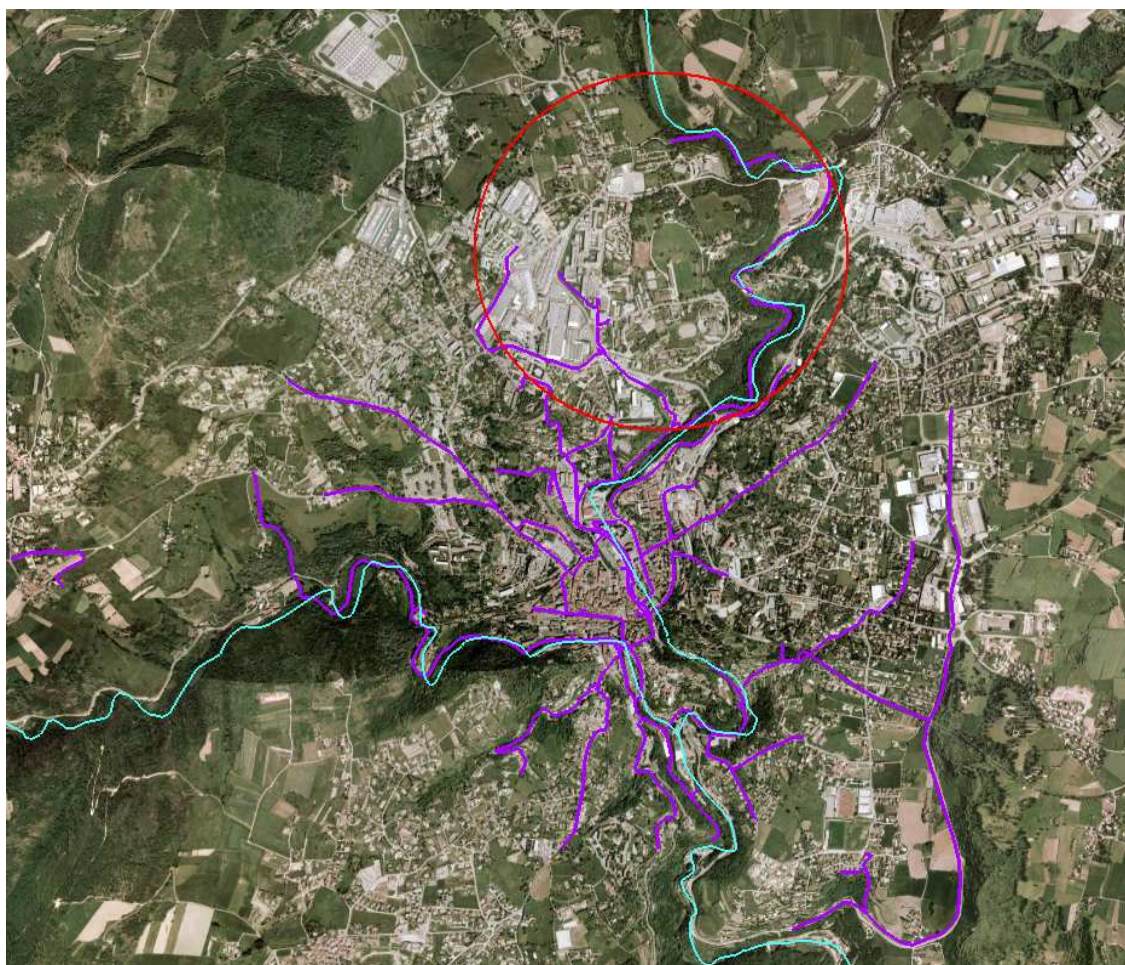
✓ DO 50

Il y a sans doute eu des problèmes de mesures pour la pluie 2 et 3. Les courbes obtenues ne ressemblent pas à celles observées aux autres points de mesures. Des ruptures de débit apparaissent également pour la pluie 3. Le 1<sup>ier</sup> pic de la pluie 1 paraît beaucoup trop faible par rapport aux deux autres sans qu'il y ait de raisons structurelles. Compte tenu de ces incertitudes, nous faisons le choix de ne pas prendre en compte ce point de mesures.

## ANNEXE 1.

### CALAGE ANTENNE NORD

L'antenne nord comprend le collecteur Deume/SIVU et la partie du réseau où se raccordent Chapuze et Irisbus entre autre. Cette antenne est correctement calée en débit de pointe et en volume. Le comportement du réseau modélisé sera donc représentatif du fonctionnement réel actuel.



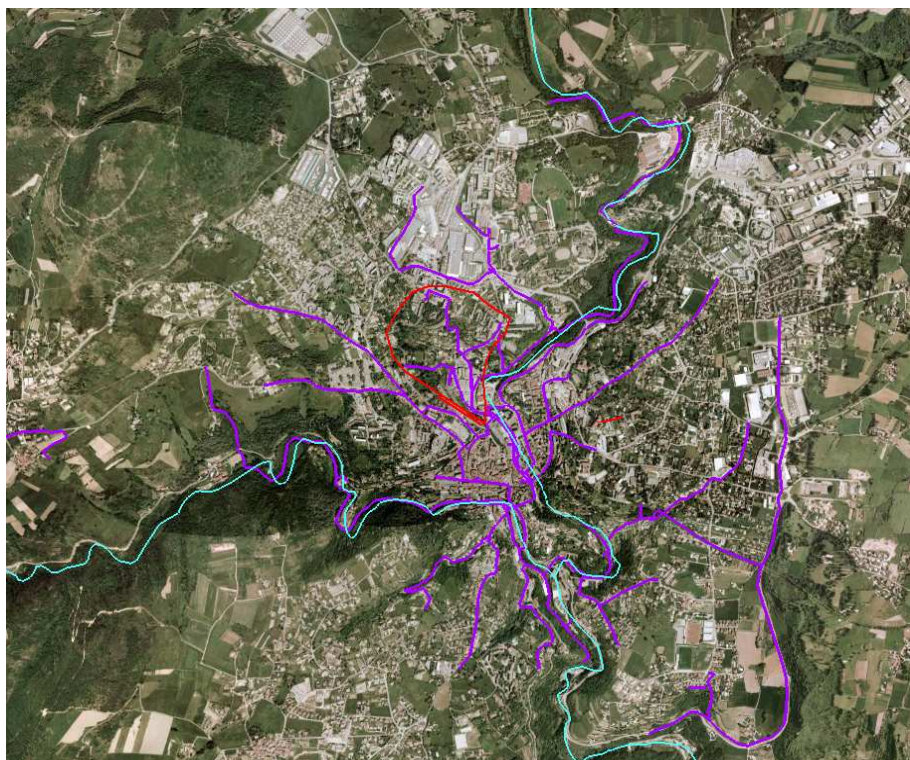
## ANNEXE 2

### CALAGE ANTENNE DO14/ DO18

Le calage des branches se raccordant au DO 14 a été réalisé en tenant compte du point de mesures placé sur le DO14 aval. Les pluies 1 et 2 sont correctement calées et le pic de débit simulé est largement surestimé pour la pluie 3. Malgré ce calage relativement précis, le volume simulé pour respecter la mesure semble sous estimé compte tenu de l'occupation des sols observée.

Initialement, nous n'avions pas raccordé de bassins versants au niveau du DO 18. Cependant, les mesures indiquaient un volume nettement supérieur à celui attendu, provenant des deux antennes. Des fossés se raccordant sur le réseau d'assainissement d'Annonay au niveau du DO 18 ont été identifiés. Un bassin versant supplémentaire a donc été raccordé à ce DO 18 pour tenir compte de ces observations. Néanmoins, le volume simulé pour respecter la mesure est probablement sur estimé par rapport à l'occupation des sols.

Les deux erreurs relatives au volume sur ces antennes se compensent et permettent d'obtenir le bon volume transitant dans le réseau aval.

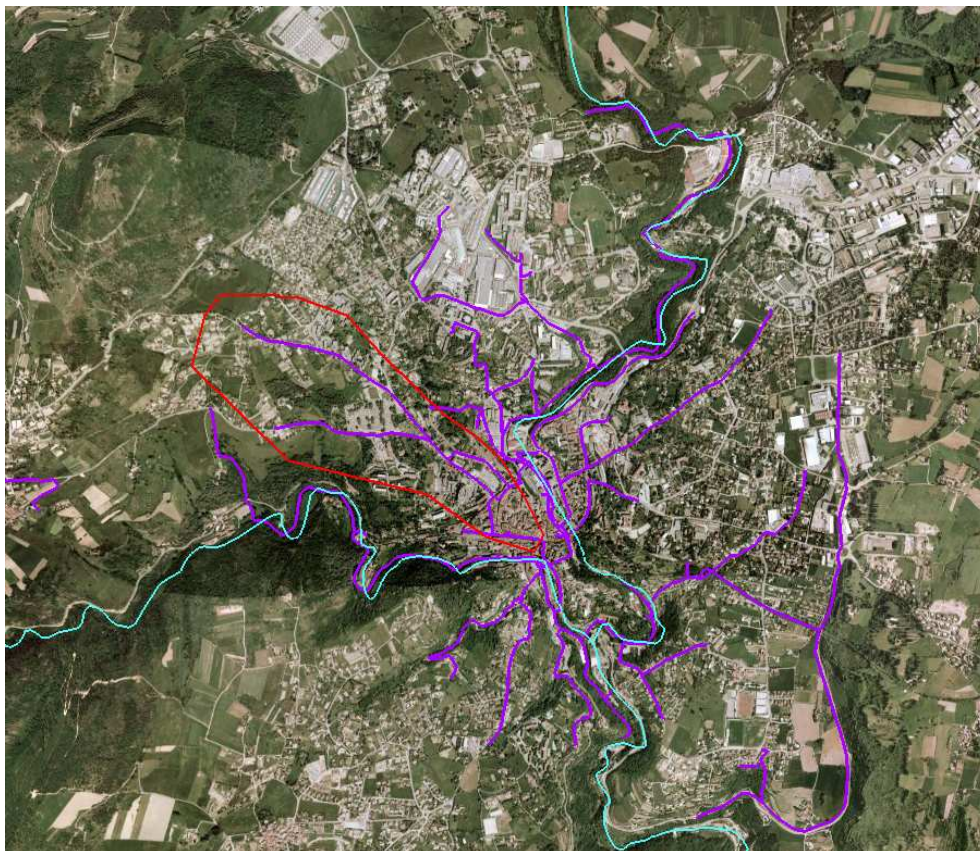


## ANNEXE 3

### CALAGE ANTENNE OUEST

L'antenne Ouest a été calée en fonction de la mesure observée au DO 19.2 aval. Les courbes de débit obtenues pour les trois pluies sont proches de celles observées au point de mesures. Le calage est dans l'intervalle de précision précis (0 à 15% d'erreur).

Néanmoins, compte tenu de l'occupation des sols et des points d'injection des bassins versants, le volume est certainement sur estimé à l'amont de l'antenne et sous estimé à l'aval. Ces écarts restent tout de même assez faibles.



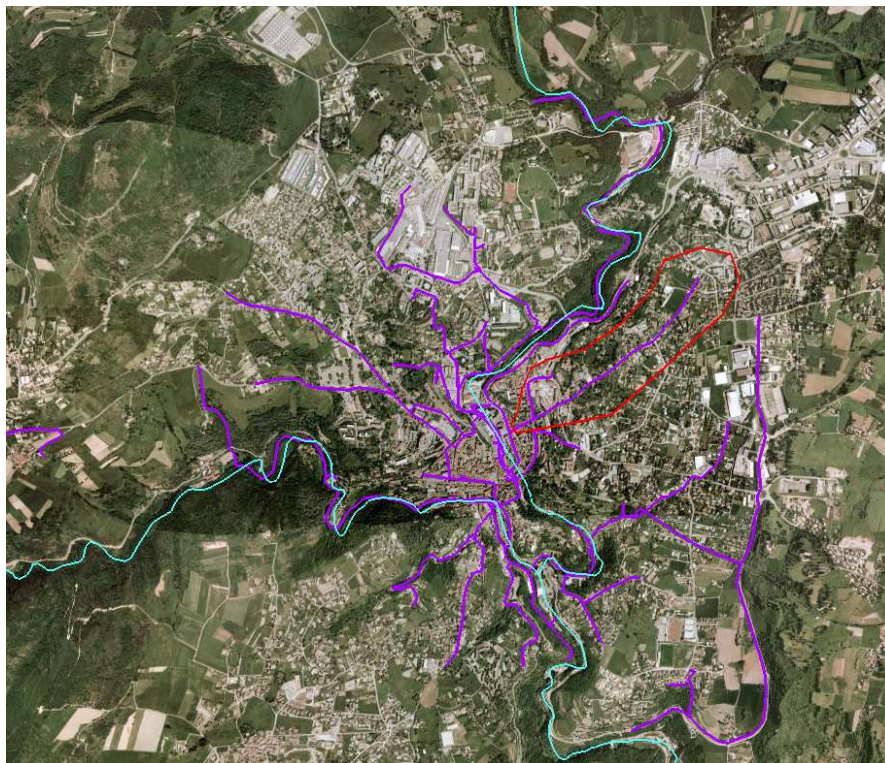
## ANNEXE 4

### CALAGE ANTENNE EST

L'antenne Est comprend les collecteurs qui se raccordent au niveau du DO 28 et celui sur lequel est installé les DO 19.3 et 19 notamment.

Le calage des bassins versants sur le point de mesures DO 28 amont est correct dans l'ensemble. Cependant, le volume mesuré à ce point semble trop faible compte tenu de l'occupation des sols. En réalité, le volume transitant dans ces collecteurs doit être supérieur et peut occasionner des déversements non mis en évidence par le modèle. Nous avons tout de même fait le choix de respecter la mesure mais nous tiendrons compte de cet aspect dans le diagnostic.

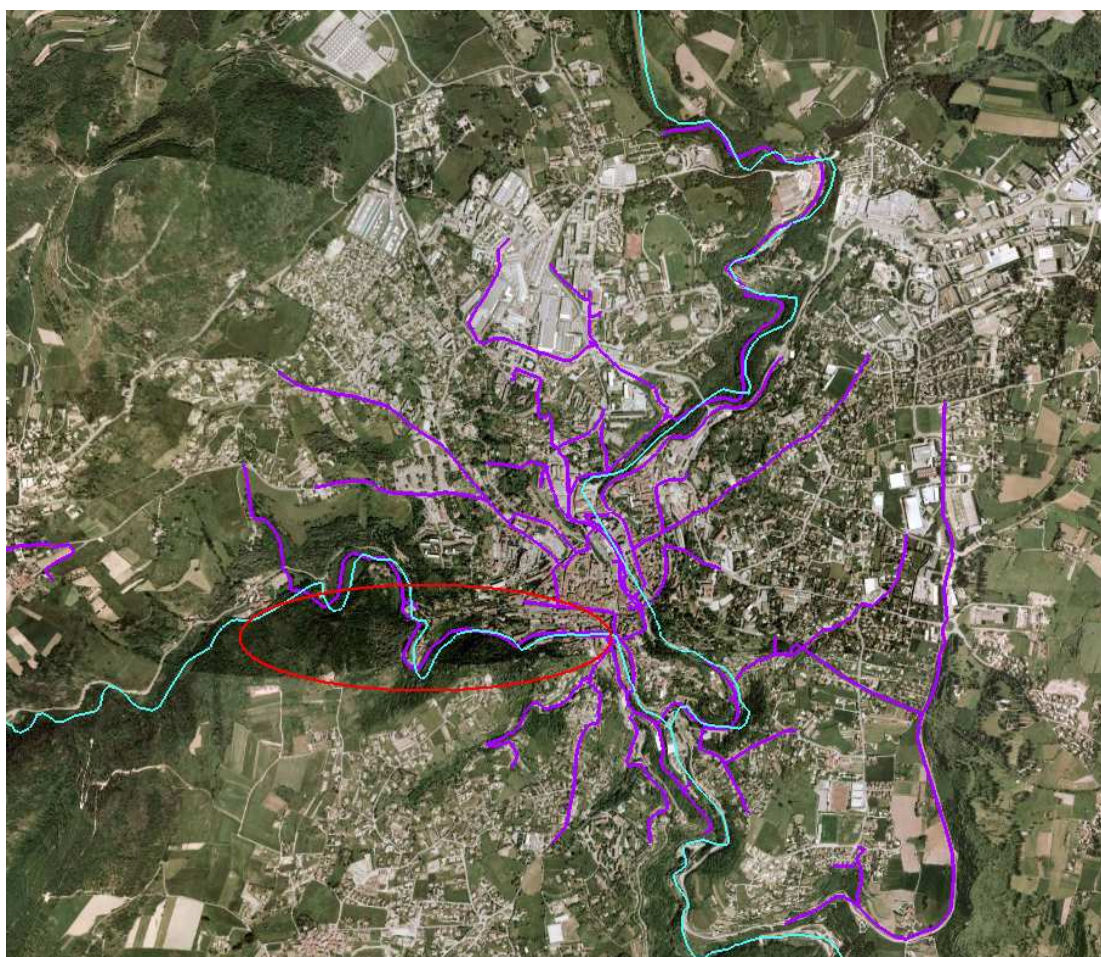
L'antenne sur laquelle sont placés les DO 19.3 et 19, entre autre, se cale par rapport aux valeurs mesurées au point de mesures du DO 51.1 amont. Les paramètres des bassins versants sont ajustés en fonction des valeurs attendues à la station et correspondent bien à l'occupation réelle des sols et au fonctionnement des bassins.



## ANNEXE 5

### CALAGE ANTENNE COLLECTEUR CANCE

Le calage des bassins versants se raccordant sur le collecteur de la Cance est correct.  
Les déversements des déversoirs 48, 41 et 40 risquent d'être légèrement surestimés  
puisque'ils correspondent aux points d'injection des bassins versants.

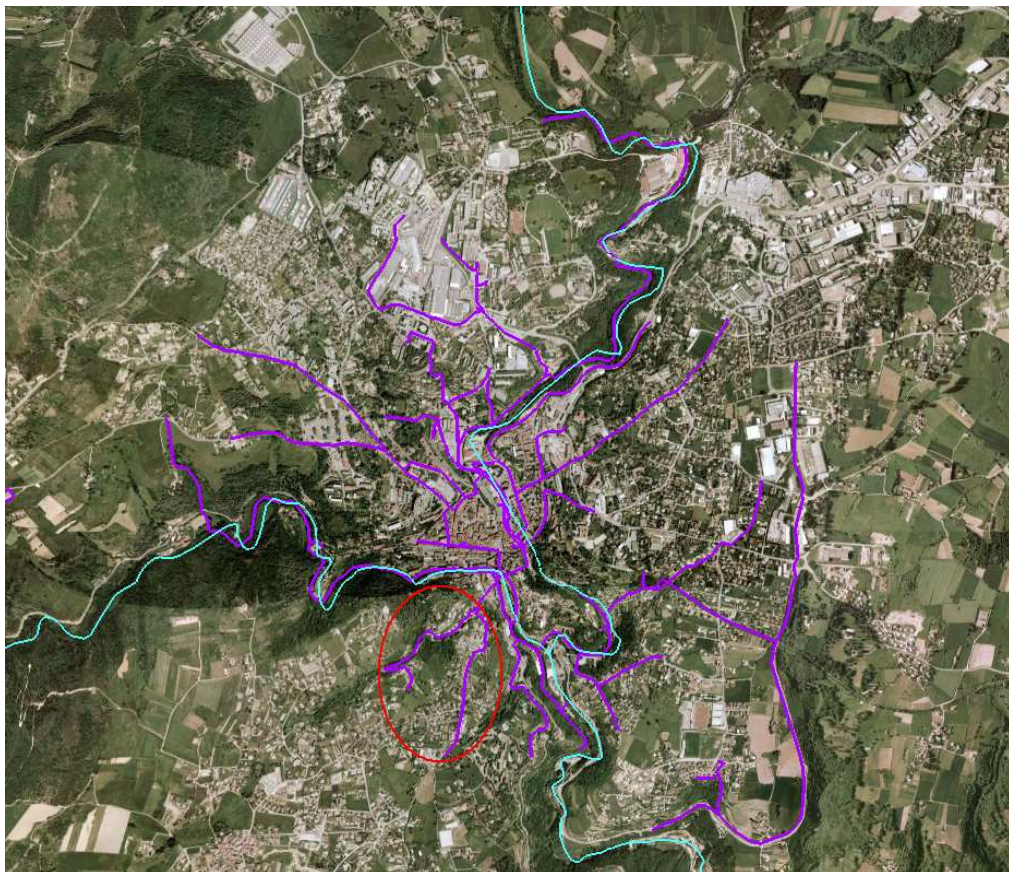


## ANNEXE 6

### CALAGE ANTENNE ROIFFIEUX

Les antennes provenant de Roiffieux sont difficiles à caler compte tenu des incertitudes sur les mesures. Le point de mesures SDEI sur la commune est inexploitable, de même que la mesure de temps sec sur Fély. Les erreurs se répercutent ensuite jusqu'au RV 1516 situé plus à l'aval.

Le SDA de Roiffieux réalisé en 2002 a été utilisé pour réajuster et compléter les données issues de la campagne de mesures.



## ANNEXE 7

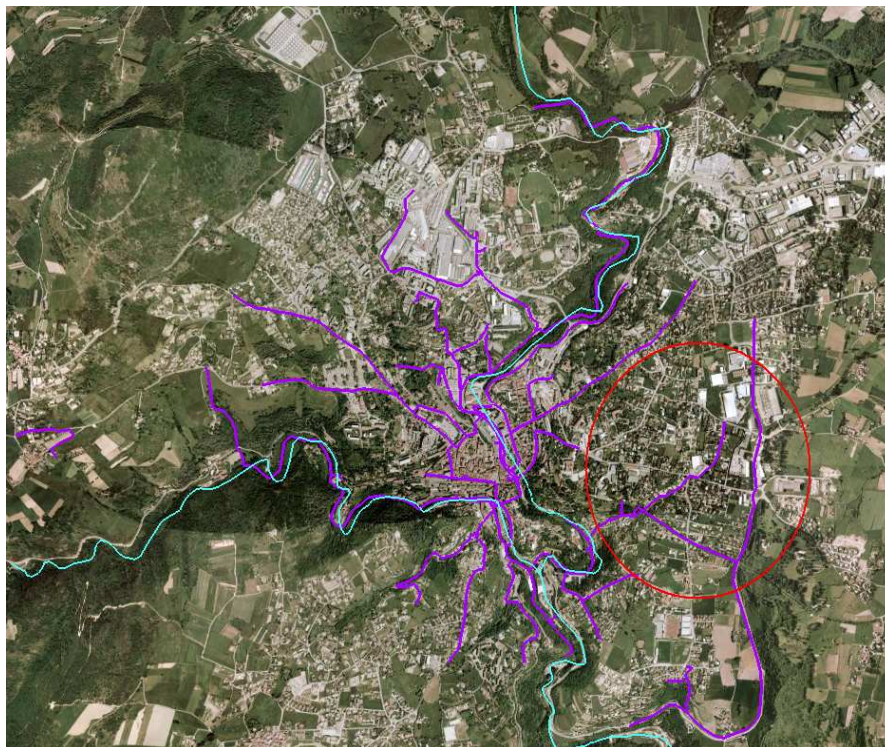
# CALAGE ANTENNE DA VÉZIEUX

Le point de mesures SDEI situé sur la commune de Davézieux est inexploitable. Les mesures réalisées sur l'ensemble de ce collecteur sont également soumises à quelques incertitudes. Les regards étaient difficiles d'accès et souvent en propriété privée.

Une contre pente a été identifiée au niveau du DO73. Ce point a nécessité d'ajuster à la fois la pente de la canalisation et le volume transitant dans le réseau. Un compromis correct a été adopté entre ces deux paramètres. La pluie 1, plus importante, a été privilégiée pour le calage.

Pour les points de mesures situés sur les DO68 et 66, le calage en volume a été favorisé par rapport à la bonne représentation des pics de débit. Ce choix a été fait pour obtenir le bon volume d'eau dans le collecteur en entrée de station.

Enfin, le déversement du DO 65 sera sur estimé par le modèle alors que ceux des DO 36.2, 66 et 68 auront plutôt tendance à être sous estimés.

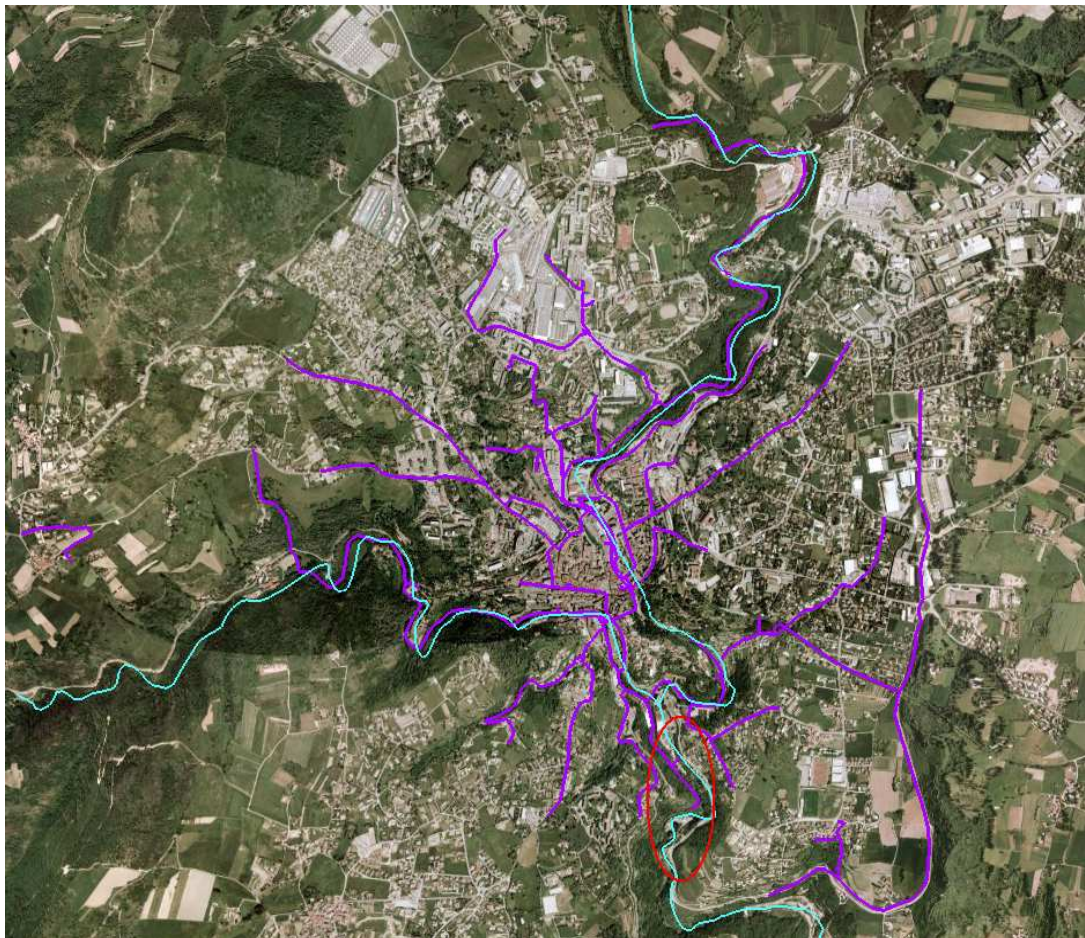


## ANNEXE 8

### ENTRÉE DE STEP

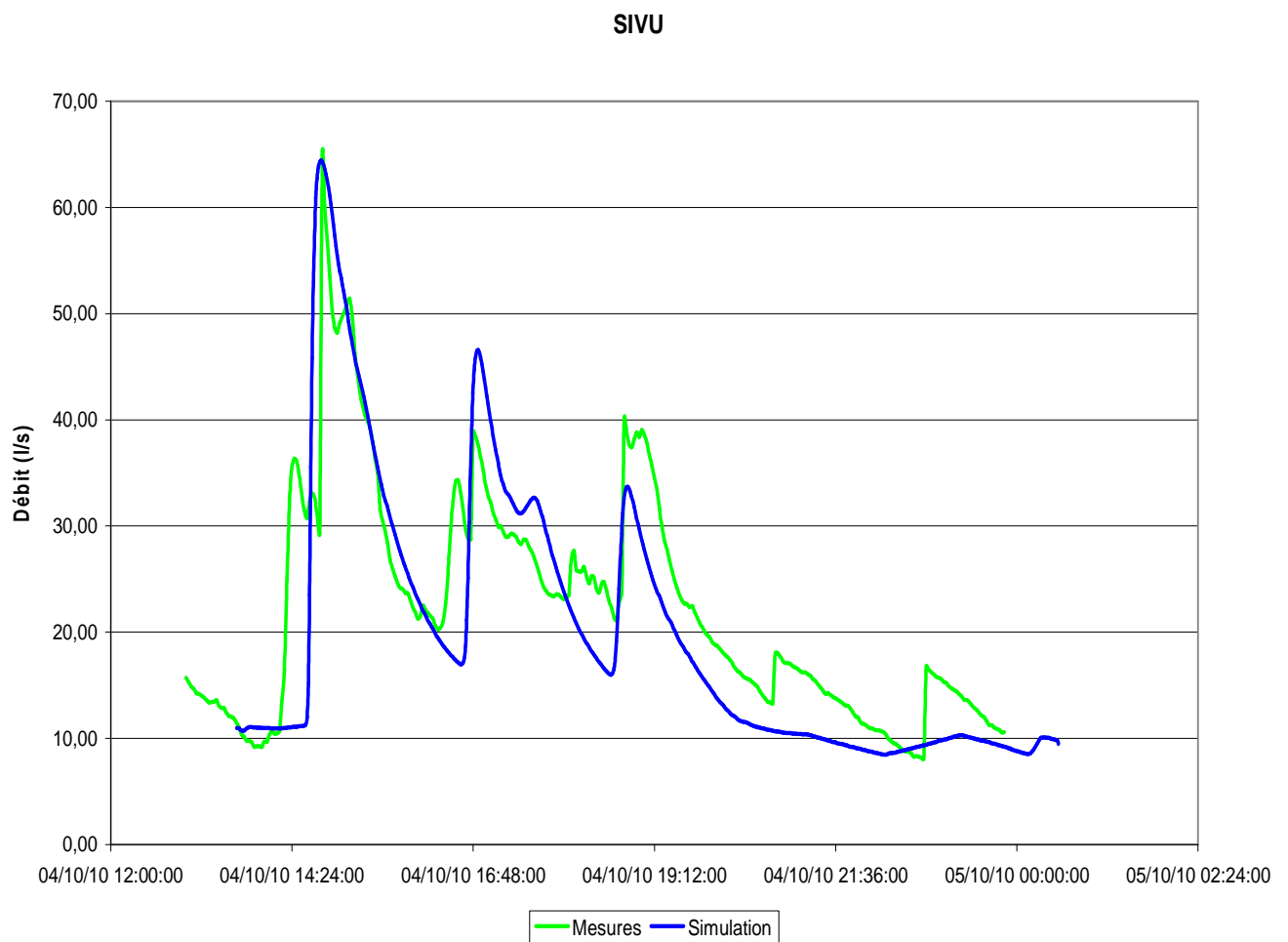
Le débit transitant dans le collecteur d'entrée de la station est bien calé. Les pics de débit, le volume et la forme des hydrogrammes sont bien représentés. Le calage est dans l'intervalle de précision précis (0 à 15% d'erreur). Le comportement du réseau modélisé sera donc représentatif du fonctionnement réel actuel.

Le modèle risque toutefois de surestimer les déversements du DO55 qui correspond à un point d'injection de bassin versant.



## ANNEXE 9

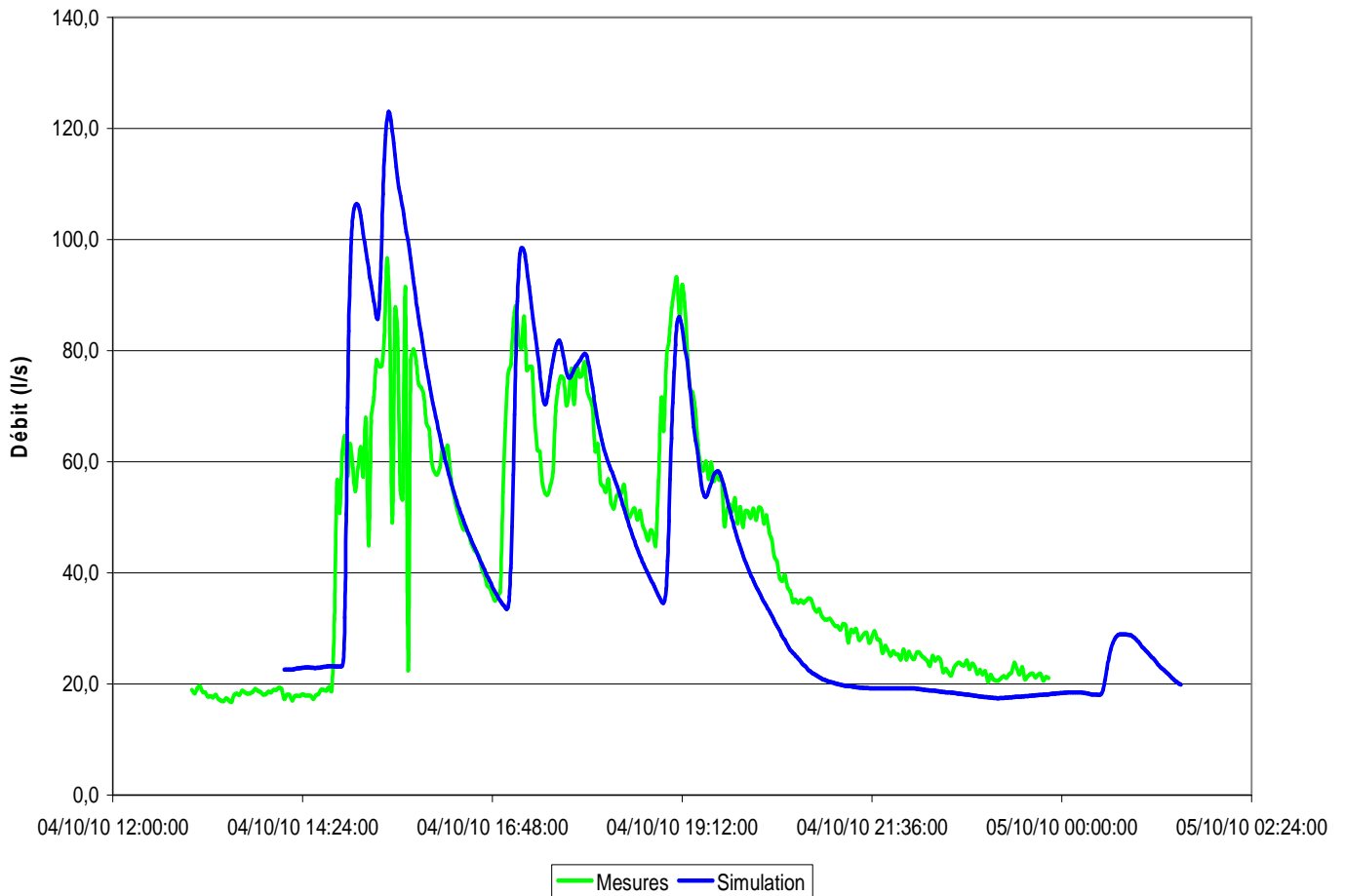
# COURBES DE CALAGE PLUIE 1:SIVU



## ANNEXE 10

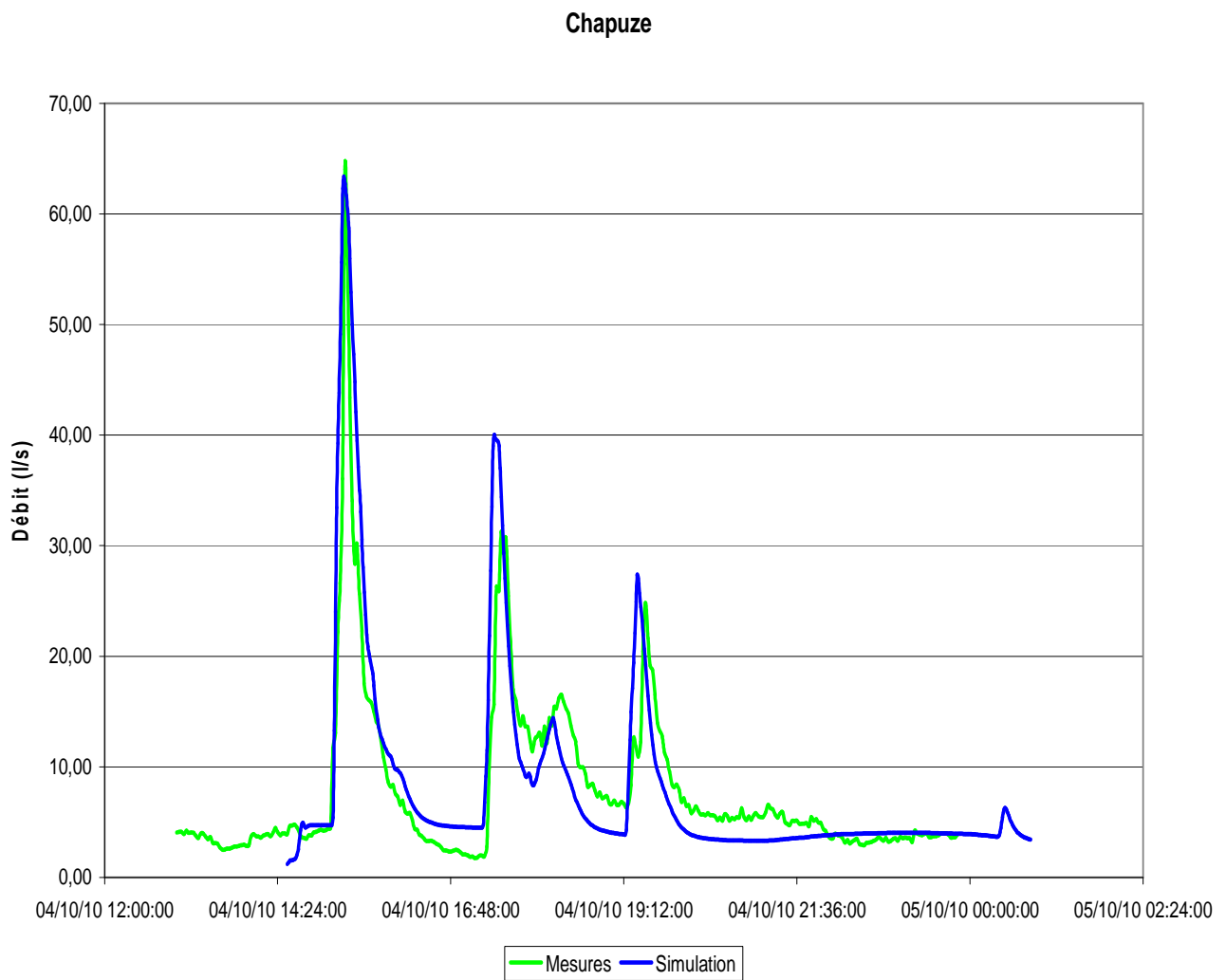
# COURBES DE CALAGE PLUIE 1:DO 12 AMONT

DO 12 Amont



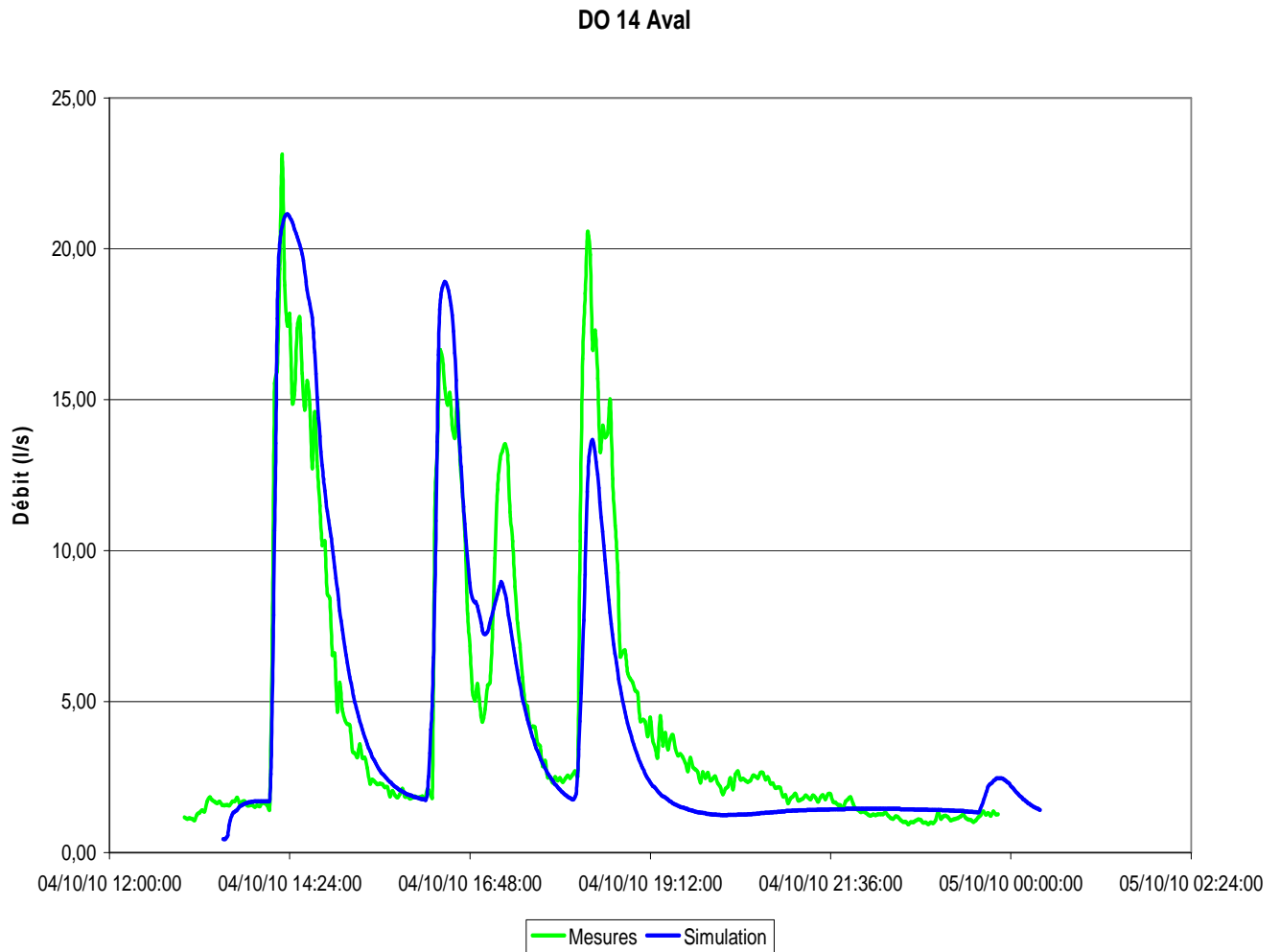
## ANNEXE 11

# COURBES DE CALAGE PLUIE 1:CHAPUZE



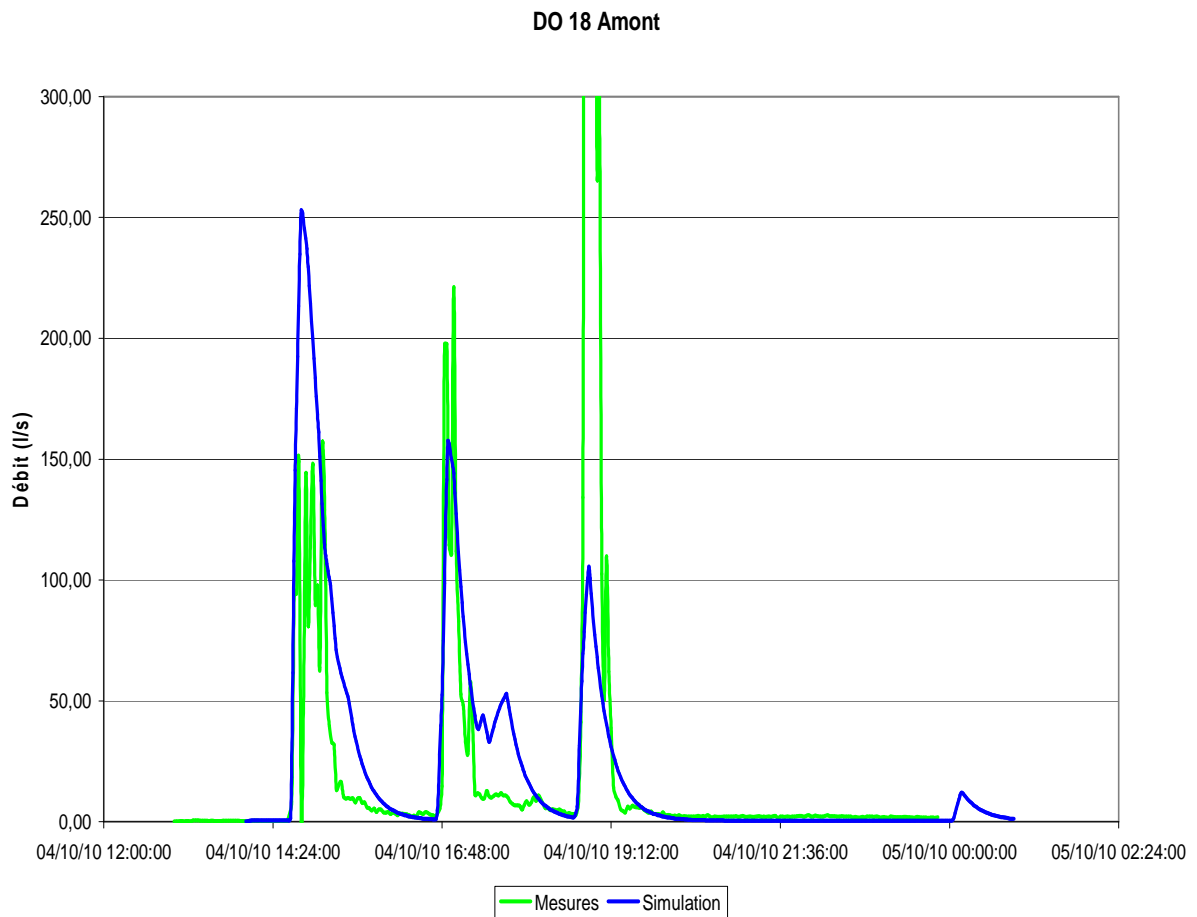
## ANNEXE 12

# COURBES DE CALAGE PLUIE 1:DO 14 AVAL



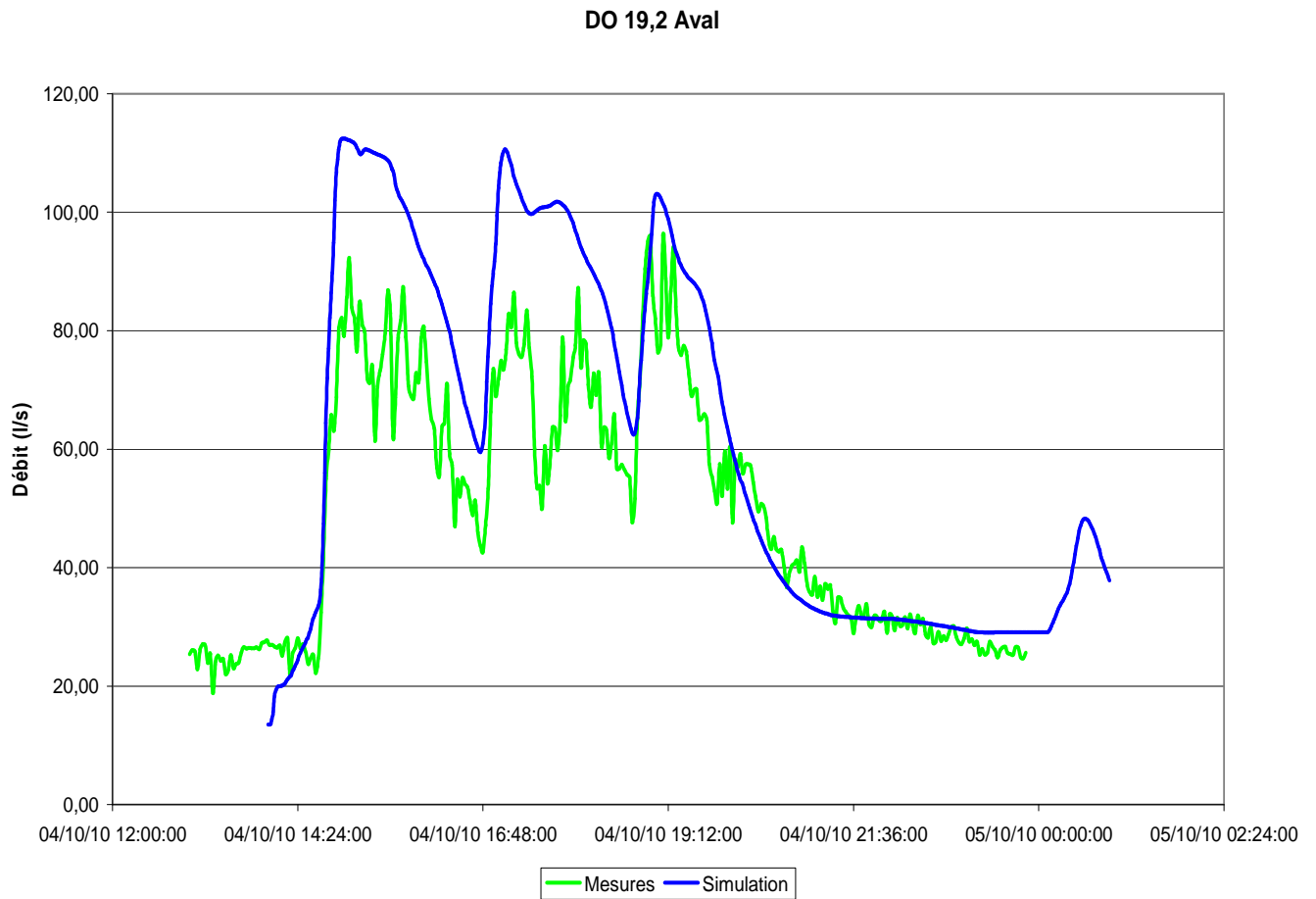
## ANNEXE 13

# COURBES DE CALAGE PLUIE 1:DO 18 AMONT



## ANNEXE 14

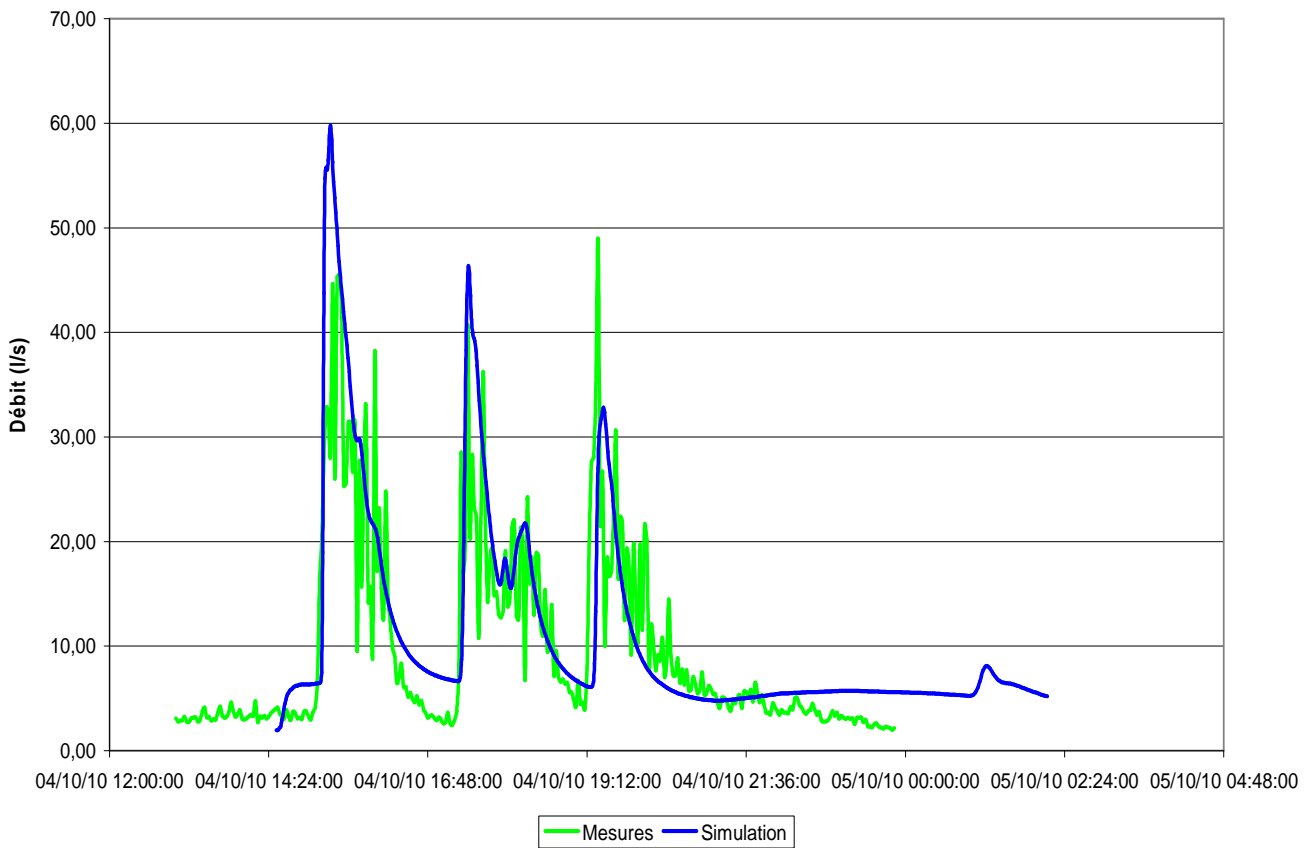
# COURBES DE CALAGE PLUIE 1:DO 19.2 AVAL



## ANNEXE 15

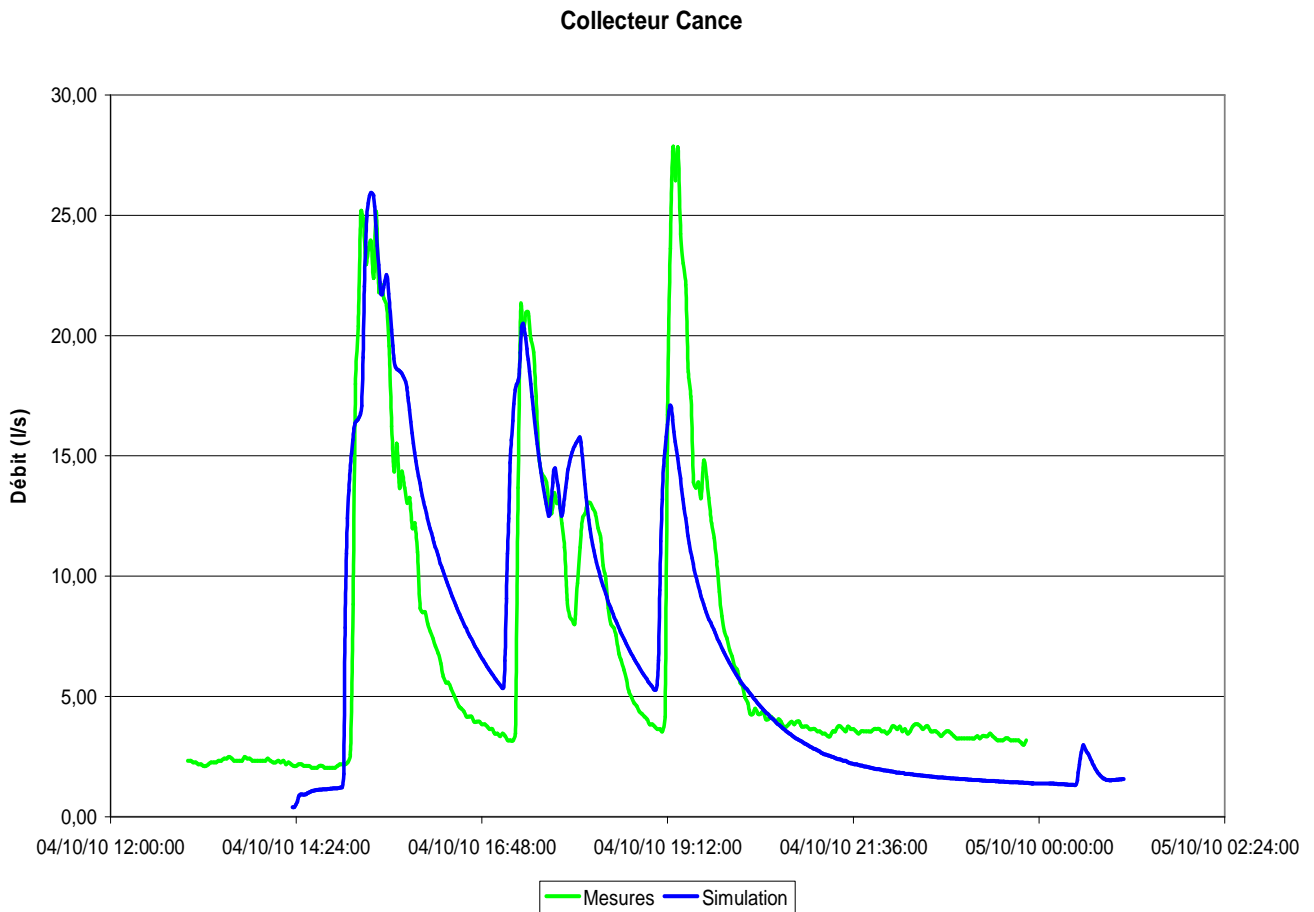
# COURBES DE CALAGE PLUIE 1: DO 28 AMONT

DO 28 Amont



## ANNEXE 16

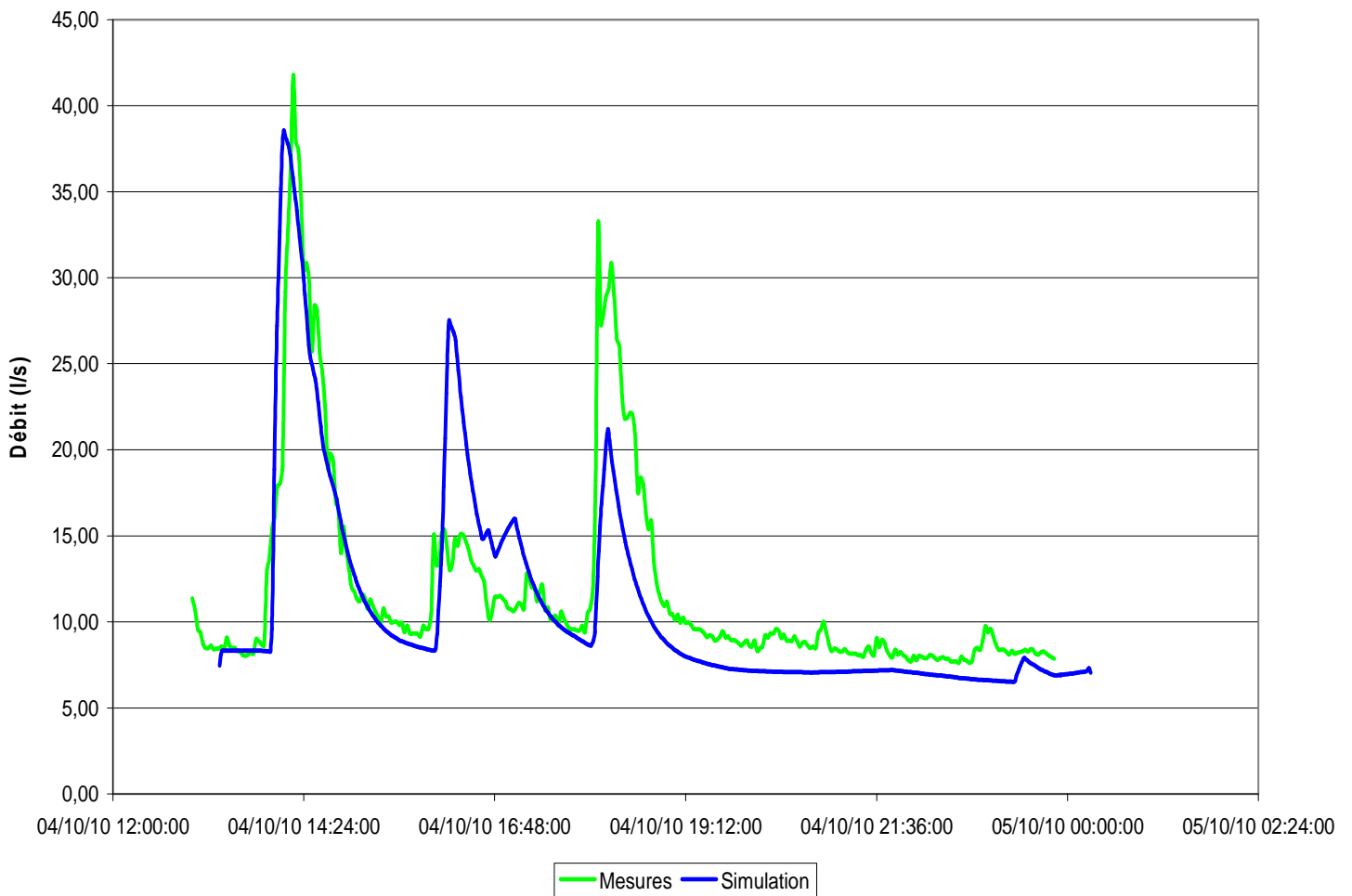
# COURBES DE CALAGE PLUIE 1: COLLECTEUR CANCE



## ANNEXE 17

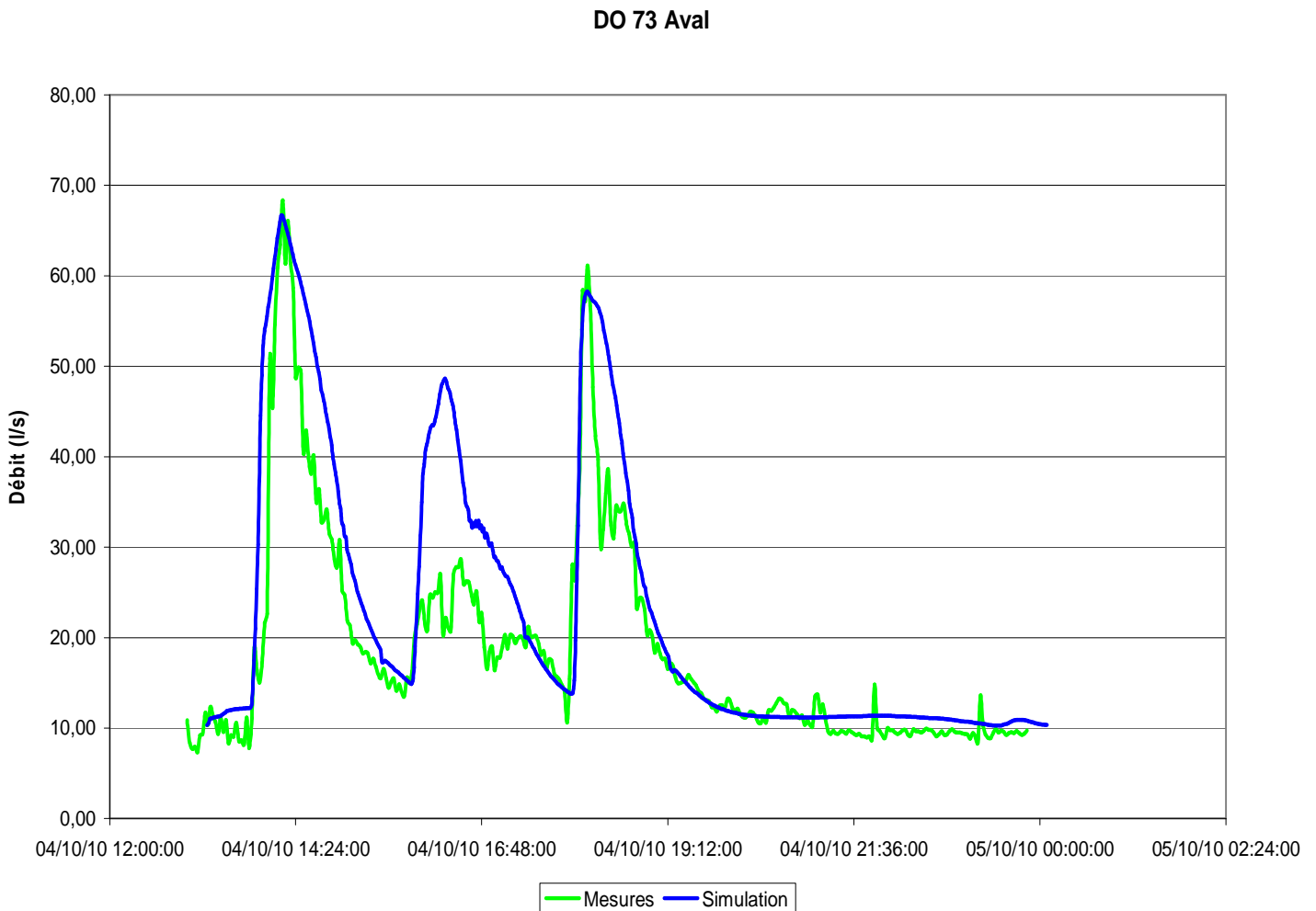
# COURBES DE CALAGE PLUIE 1: LOMBARDIÈRE

Lombardière



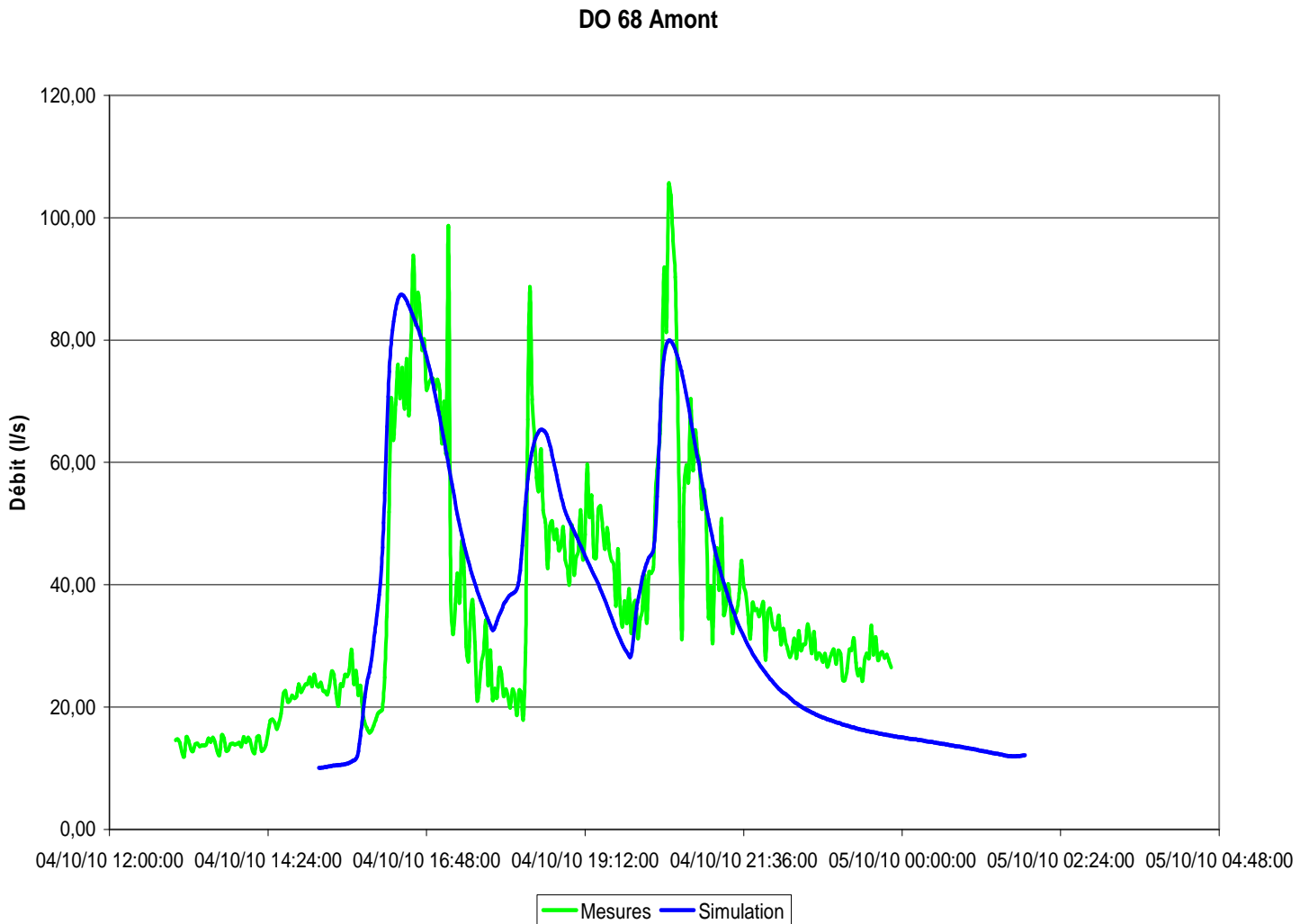
## ANNEXE 18

# COURBES DE CALAGE PLUIE 1: DO 73 AVAL



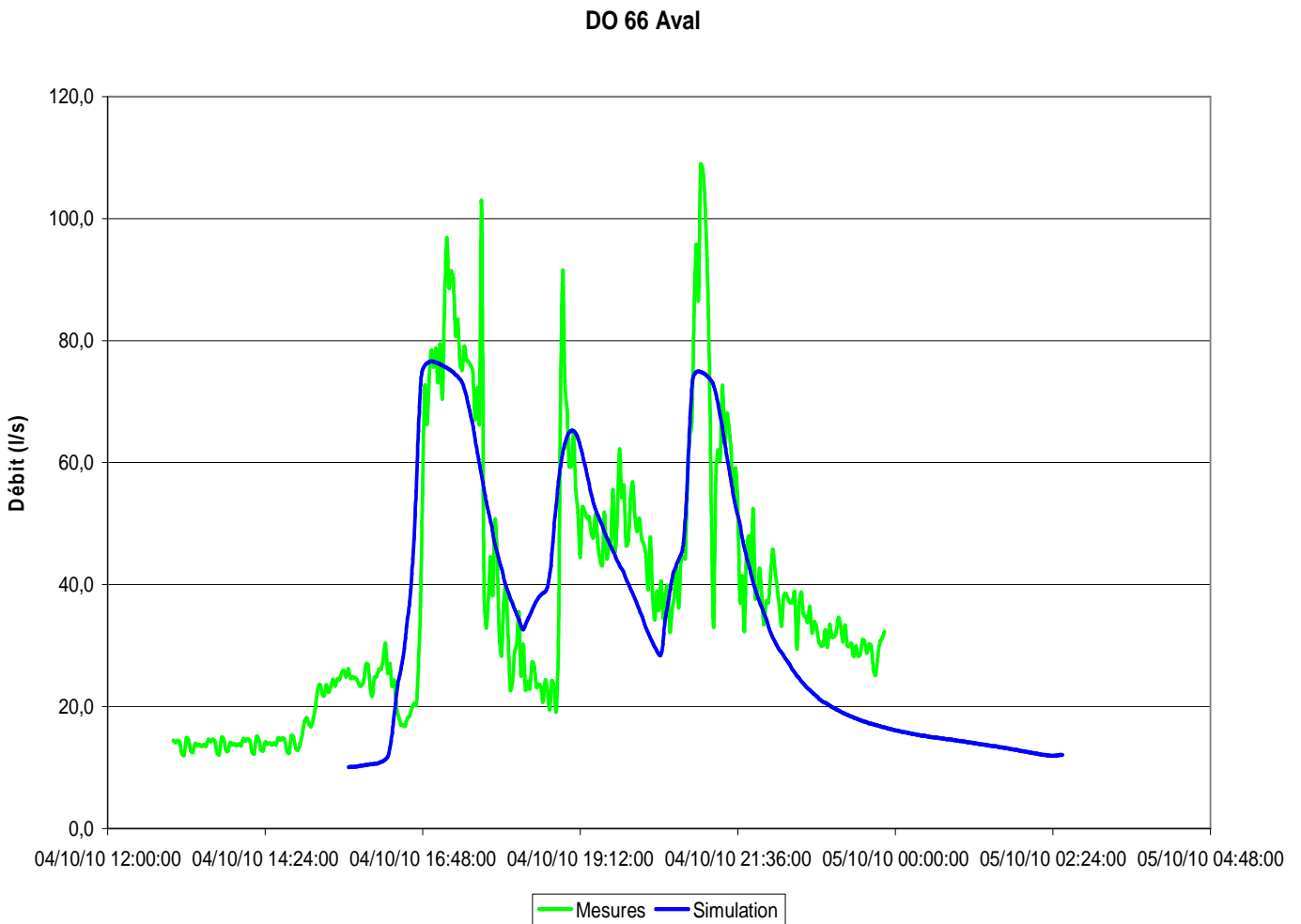
ANNEXE 19

**COURBES DE CALAGE PLUIE 1: DO 68  
AMONT**



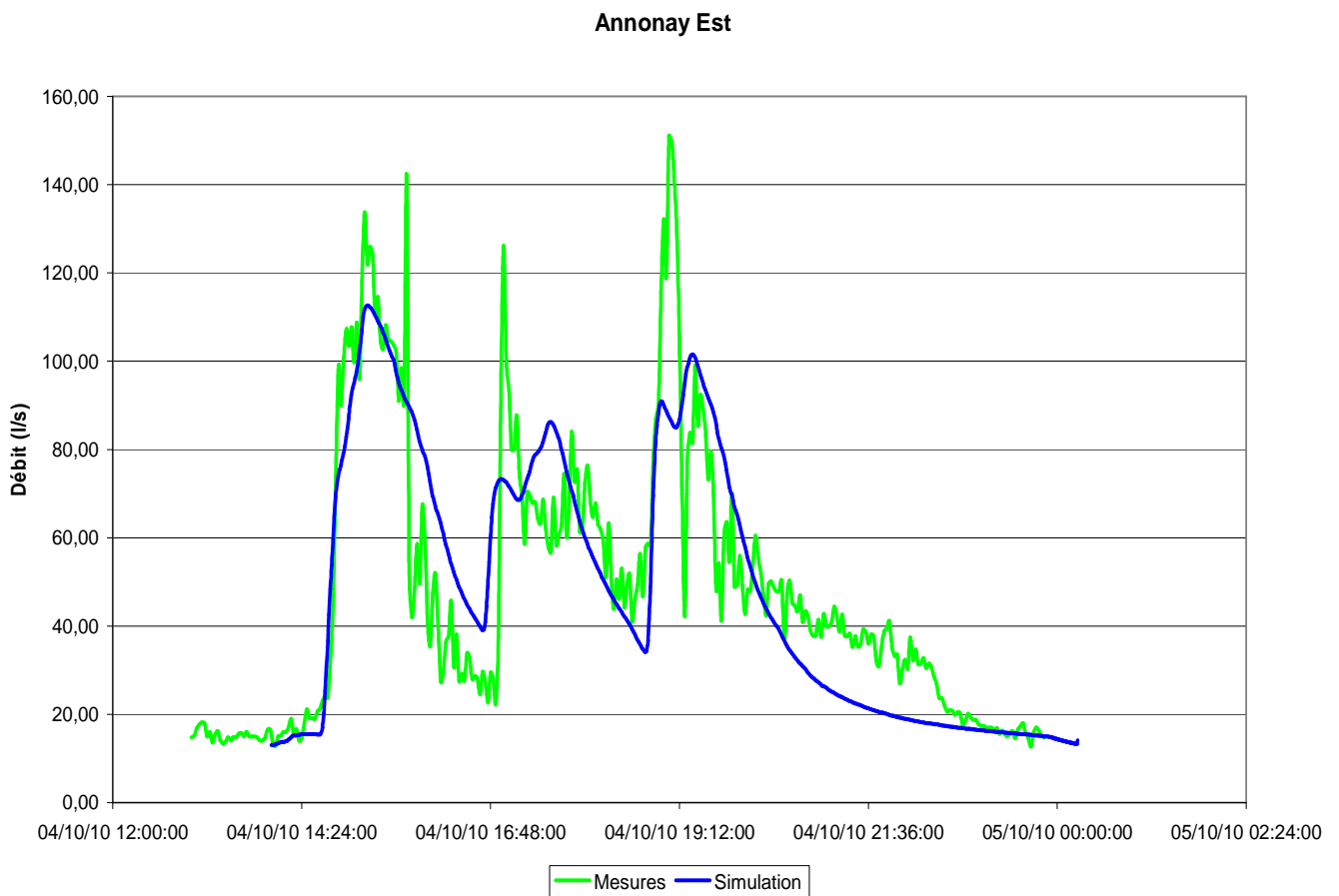
ANNEXE 20

**COURBES DE CALAGE PLUIE 1: DO 66  
AVAL**



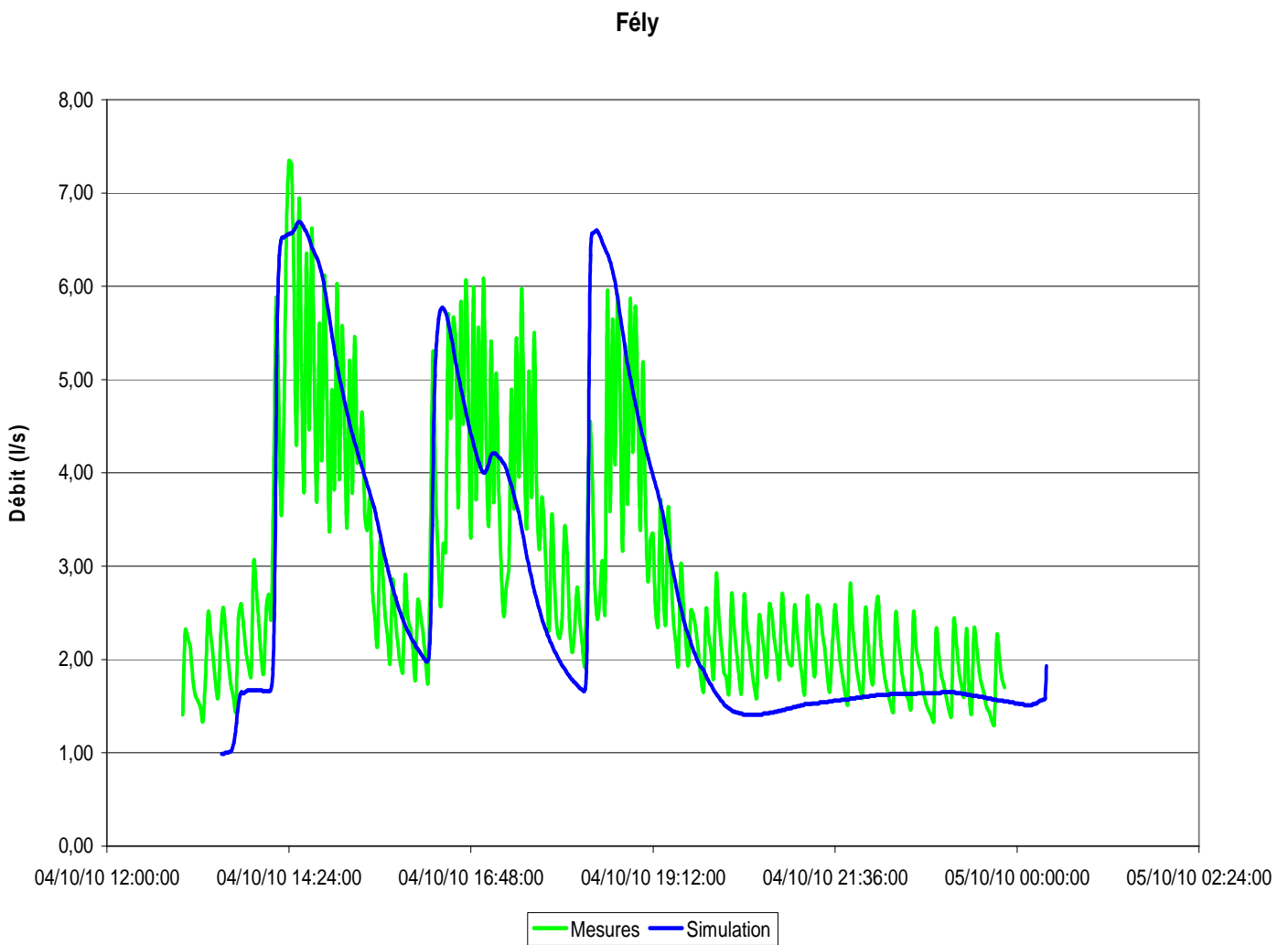
## ANNEXE 21

# COURBES DE CALAGE PLUIE 1:ANNONAY EST

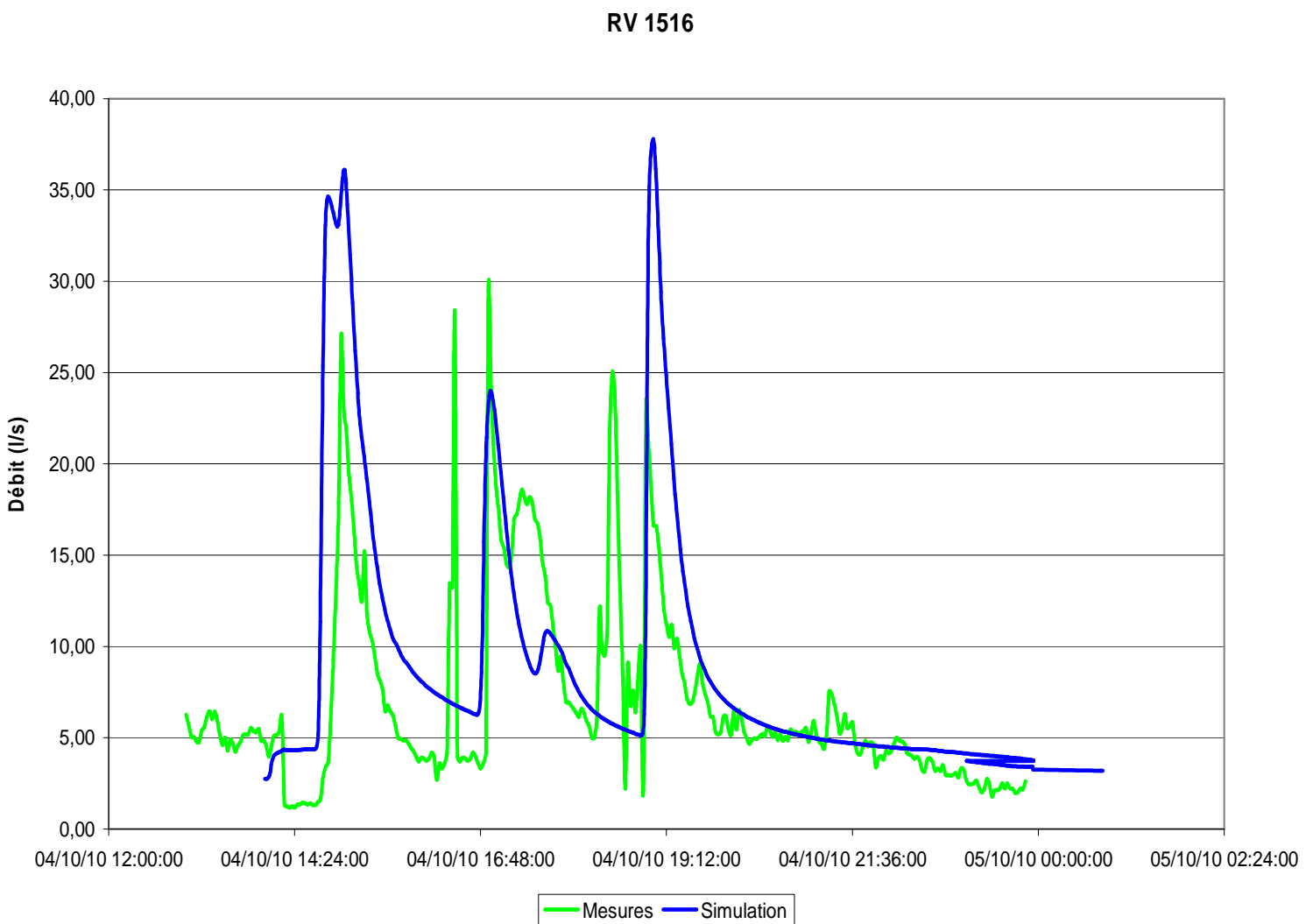


## ANNEXE 22

# COURBES DE CALAGE PLUIE 1: FÉLY

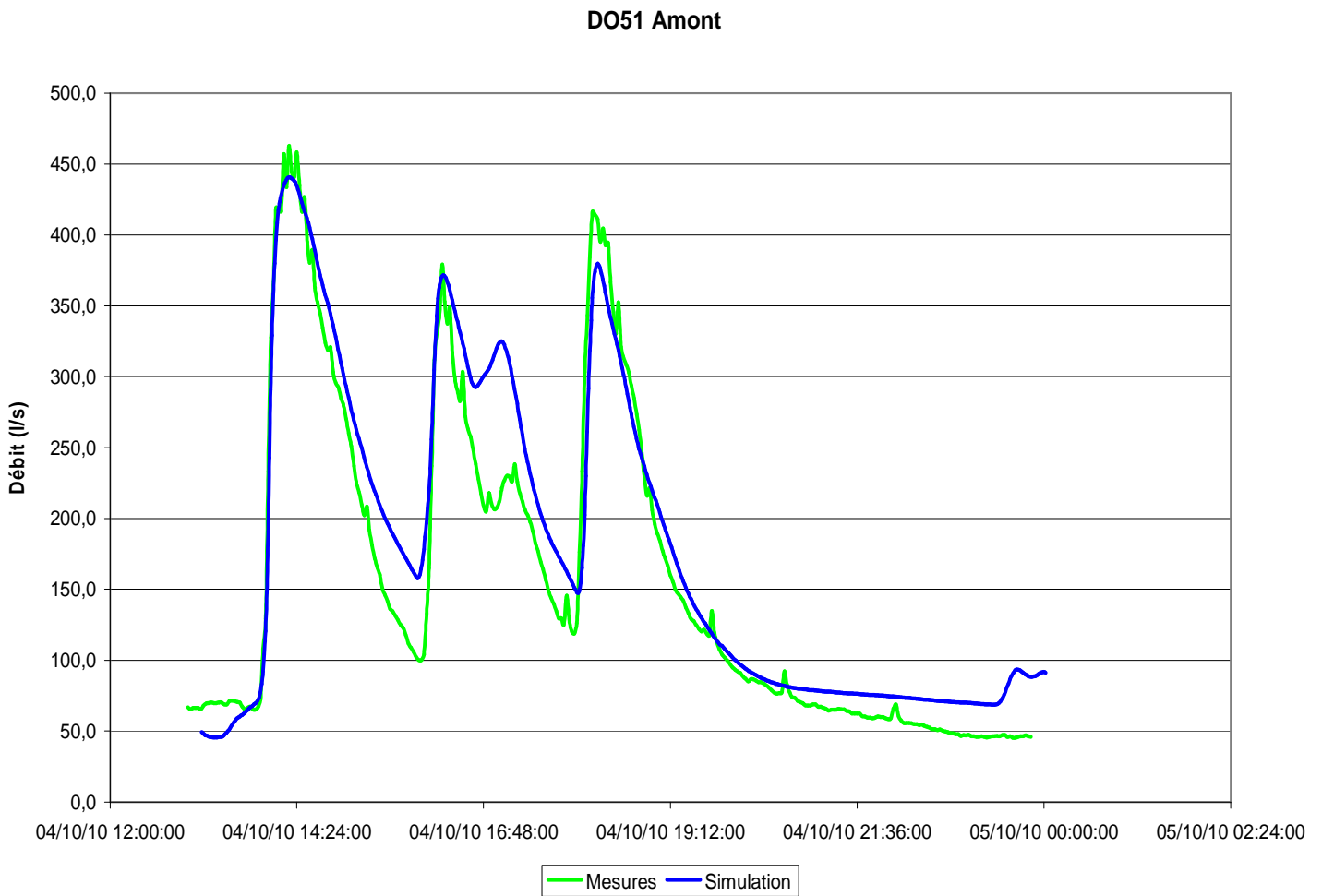


## ANNEXE 23 COURBES DE CALAGE PLUIE 1: RV1516



ANNEXE 24

**COURBES DE CALAGE PLUIE 1: DO 51  
AMONT**



## ANNEXE 25

# COURBES DE CALAGE PLUIE 1: ENTRÉE STEP

Entrée STEP

